Ministry of State
Science and Technology Canada

Ministère d'État
Sciences et Technologie Canada

# UNIVERSITY RESEARCH IN CANADA

A Background Paper
for the
National Forum on
Post-Secondary Education

INNOVACTION
The Canadian Strategy for Science and Technology

Canada

88-00964/

# UNIVERSITY RESEARCH IN CANADA

A Background Paper
for the
National Forum on
Post-Secondary Education

Prepared by the
Ministry of State for Science and Technology

Ottawa, Ontario
October, 1987

© Minister of Supply and Services Canada 1987

Cat. No. ST31-27/1987

ISBN 0-662-55452-3

# TABLE OF CONTENTS


| | Page |
|---|---|
| **Introduction** | i |
| **Highlights** | ii |
| Part 1: **An Overview of University Research in Canada** | 1 |
| 1. The Contribution of Universities to the National R&D Effort | 1 |
| 2. Sources of Funding for University Research | 1 |
| 3. University Research by Field of Study and Funding Sector | 3 |
| 4. Federal Support of University Research | 3 |
| 5. Some International Comparisons | 6 |
| Part 2: **An Overview of Highly Qualified Personnel in Canada** | 7 |
| 1. The Scientific and Engineering Intensity of the Labour Force | 7 |
| 2. The Quantity and Kind of Highly Qualified Personnel Produced by Canada's Universities | 8 |
| a) Trends in Enrolments | 8 |
| b) Trends in Degrees Awarded | 9 |
| c) Women in Natural Sciences and Engineering Studies | 12 |
| 3. Immigration and Emigration of Highly Qualified Personnel | 13 |
| 4. Some Observations on Demand/Supply Imbalances | 15 |
| Part 3: **The Transfer of Knowledge, Technology and Expertise: An Emerging University Role** | 19 |
| Part 4: **Issues for the Future** | 23 |
| 1. Priorities and the Management of University Research | 24 |
| 2. The Supply of Highly Qualified Personnel | 25 |
| 3. University/Industry Research Collaboration | 26 |
| **Conclusion** | 29 |
| **List of Tables and Charts** | 31 |

# INTRODUCTION

The purpose of this paper is to stimulate informed discussion of university research and its role in helping Canadians move confidently and successfully into the 21st century.

The paper has four parts: first, an overview of the character and funding of university research; second, a perspective on highly qualified personnel; third, a brief sketch of the emerging knowledge, technology and expertise transfer role of the university; and fourth, some of the research and related issues important for the future of universities, and for Canada.

Canada's universities have responded remarkably well to the challenges of the past. Today, they are a rich and diverse resource extending from coast to coast. Collectively, the universities perform three roles essential to Canada's economic, social and cultural progress: teaching; research; and, the transfer of knowledge, technology and expertise to the wider community. Individually, each university responds to the needs and aspirations of its more immediate community and to the policies of its provincial government: education is a constitutional responsibility of the provinces.

Federal government support for post-secondary education takes a number of forms, including: fiscal transfers to the provinces under the Established Programs Financing arrangements; Canada Student Loans programs; special provisions of the Income Tax Act; and, direct support of university research and research training, mainly through the three federal research Granting Councils.

University research, in particular natural sciences and engineering, is the primary focus of this paper: the broader cultural aspects are recognized, but are beyond the scope of the paper. There are, as well, many interdependent linkages amongst the research, teaching and knowledge/technology transfer functions. All three will become increasingly important to Canada's future as we move, by necessity, towards a more knowledge-intensive society and economy.

Knowledge is becoming a key international commodity and its productive application is increasingly determining the future competitive success, and consequent standard of living, of whole nations.

The universities are, therefore, central to Canada's future. In the years ahead, the universities and university research face even more significant challenges and opportunities than in the past as Canada — like its competitors — transforms itself into a more knowledge-intensive society.

## University Research in Canada

- 25% of all research and development in Canada is performed by universities
- since 1977, expenditures on university research have risen from $710 million to an estimated $1.7 billion
- in 1984-85, 40% of university research was in the natural sciences and engineering, 32% was in the health sciences, and 28% was in the social sciences
- the federal government is the largest single funder of university research, providing about 60% of all outside sources of funding
- the proportion of total expenditures on university research provided by governments is increasing significantly, while the proportion provided by universities themselves is declining
- under the current $3.4 billion five-year federal financial plan for university research to 1990-91, including the private sector share under the matching fund policy, funding will increase by 50% compared to the 1981-85 period.

## Highly Qualified Personnel in Canada

- Canada has relatively few research scientists and engineers, tied with Italy in second last place among OECD countries
- the number of higher degree holders (Master's and Ph.D.s) in all professions has been growing, totalling over 300,000 in 1981 or 2.5% of the total workforce. Medicine and health, university teaching and physical and life sciences occupations all experienced a proportionate decline. Engineering, social sciences, and managers/ administrators enjoyed the largest proportionate growth
- full-time university enrolments have increased dramatically in recent years, but the proportion of enrolments in the natural sciences, engineering and applied sciences has not grown significantly, accounting for less than one-third of enrolments in 1984-85: the greatest increase has been in the social sciences and humanities
- the number of graduate degrees in the social sciences and humanities has grown twice as fast as in the natural sciences and engineering; the percentage of graduate degrees in these fields has actually declined since 1970
- while women account for roughly half of university enrolments, relatively few women enroll in the natural sciences and engineering, especially at the graduate level: in 1985 women received just over 10% of Masters degrees and 6% of Ph.D. degrees in the engineering and applied sciences
- between 1955 and 1985, the number of research-intensive personnel immigrating to Canada exceeded the number who left for the U.S. by up to 1300% annually: in the 1980-85 period some 10,000 landed immigrants with Master's and Ph.D. degrees entered Canada — equal to about one-half the number of graduate degrees awarded to Canadians by the universities in the same period
- historically, training highly qualified personnel has proven to be a wise investment paying social, economic and cultural benefits: unemployment rates for highly qualified personnel are consistently less than one-half that of the labour force as a whole
- the Economic Council of Canada has projected employment to 1995: in the "professional" categories growth rates are projected to be in the 30-200% range with highest growth in mathematics, statistics and systems analysis. This compares to projections of about 12% for all occupations.

## Universities and Technology Transfer

- universities are developing a new role as active agents of progress, through the diffusion of knowledge, technology and expertise to other sectors of society
- interest in university-industry collaboration is growing: in 1984-85 industry spent $45 million on contract research in universities, compared to $17 million in 1979-80; contract research with universities by non-profit organizations grew from $70 million in 1979-80 to $160 million in 1984-85
- private sector funding of sponsored research in universities ranges from 18-25 per cent in all regions of Canada
- early indication is that the federal matching grants policy will substantially increase research collaboration between universities and the private sector.

## Issues for the Future

- as Canada adapts to a rapidly changing, knowledge-intensive economy, what is the appropriate balance between a university's roles in teaching, research and technology transfer?
- how should universities identify and manage their research priorities, given the need to:
  - develop centres of excellence to focus scarce resources on key areas of leading-edge research;
  - encourage the multidisciplinary research required to advance new areas of science and technology;
  - maintain the vital interaction between basic and applied research; and
  - allocate research resources between research areas where indirect costs are relatively low, and areas which are increasingly cost-intensive such as natural sciences and engineering?
- what kind of highly qualified people should universities provide to meet Canada's future needs, given:
  - the difficulty in predicting those needs accurately;
  - the rapidly increasing knowledge and technological-intensity of the economy;
  - an aging population of university teachers;
  - key areas of opportunity where demand does not precede, but is created by, the supply of qualified personnel; and
  - the need to encourage more women to enter research-intensive careers?
- how can universities cooperate more effectively with the private sector in their research efforts, recognizing:
  - the vital importance of transferring knowledge and technology from the university to the market place;
  - the divergent objectives and "cultures" which have separated industry and university research in the past;
  - the need to safeguard university traditions of independence and scholarship; and
  - the key role universities can play in regional development?

# An Overview of University Research in Canada

## 1. The Contribution of Universities to the National R&D Effort

University-based research accounts for an estimated 25 per cent ($1.7 billion) of all research and development ($7 billion) that will be performed in Canada in 1987. The universities themselves fund about 40 per cent of the R&D they perform.

The universities rank second to business in the amount of R&D they perform, while they are third after business and the federal government in terms of their own expenditures on R&D.

TABLE 1
**Gross Expenditure on R&D (GERD) by Funder and Performer by Percentage (NSE+SSH)***

| Year | Federal Government | Provincial Government | Business | University | Other |
|---|---|---|---|---|---|
| Funder Shares, % of GERD | | | | | |
| 1981 | 34 | 7 | 42 | 11 | 6 |
| 1983 | 37 | 7 | 39 | 10 | 7 |
| 1985 | 35 | 7 | 42 | 9 | 7 |
| 1987** | 34 | 7 | 43 | 10 | 7 |
| Performer Shares, % of GERD | | | | | |
| 1981 | 21 | 3 | 49 | 25 | 2 |
| 1983 | 23 | 3 | 48 | 25 | 1 |
| 1985 | 21 | 3 | 51 | 23 | 2 |
| 1987** | 20 | 2 | 51 | 25 | 2 |

* (Natural Sciences and Engineering & Social Sciences and Humanities).
** Estimate

*Source*: Statistics Canada, Science Statistics, Vol. 11, No. 1, 1987.

## 2. Sources of Funding for University Research

In 1987, the value of all R&D performed in universities is estimated to be $1.7 billion: an increase from some $710 million in 1977. As noted above, the universities themselves fund $680 million or about 40 per cent of that amount. The federal government, however, is the single largest external funder — providing almost $600 million for directly sponsored research: 35 per cent of all university research or about 60 per cent of all outside sources of funding. In addition, federal transfers to provinces under the Established Programs Financing arrangements are, in part, allocated by provinces and universities to support research.

TABLE 2
**Total Expenditures on R&D (NSE and SSH), 1987 (Estimates)**

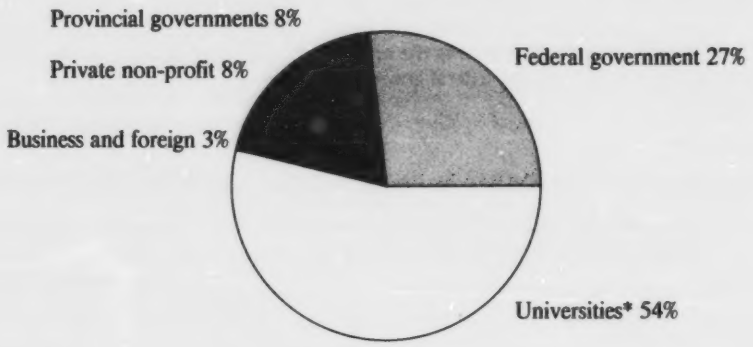
| | PERFORMER | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FUNDER | FED | PROV | PRO | BE | UNIV | PNP | TOTAL |
| | (millions of dollars) | | | | | | |
| FED | 1,380 | — | 10 | 375 | 592 | 28 | 2,385 (34%) |
| PROV | — | 138 | 44 | 57 | 205 | 25 | 469 ( 7%) |
| PRO | — | — | 6 | — | — | — | 6 — |
| BE | — | — | 16 | 2,888 | 70 | 6 | 2,980 (42%) |
| UNIV | — | — | — | — | 680 | — | 680 (10%) |
| PNP | — | — | — | — | 186 | 38 | 224 ( 3%) |
| FOREIGN | — | — | 2 | 316 | 10 | — | 328 ( 5%) |
| TOTAL | 1,380 (20%) | 138 (2%) | 78 (1%) | 3,636 (51%) | 1,743 (25%) | 97 (1%) | 7,072 |

PRO = Provincial Research Organization
BE = Business Enterprise
PNP = Private Non-Profit Organization

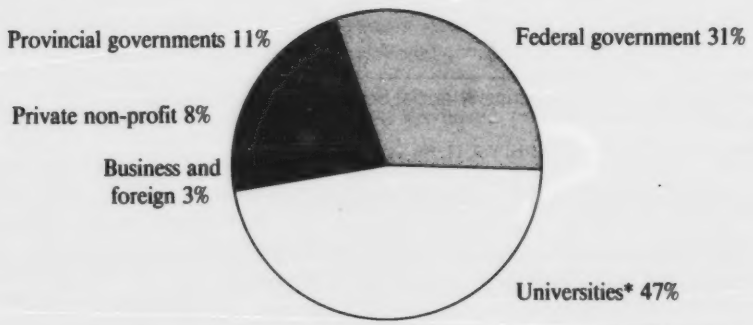
*Source*: Statistics Canada, Science, Technology and Capital Stock Division.

In the 1977-1987 period, governments increased their share of university research expenditures from 35 to 46 per cent. Over the same period, the universities reduced their own share of expenditures on research from 54 to 39 per cent.

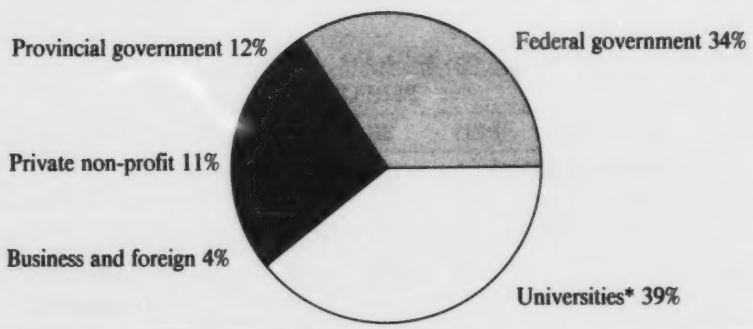
TABLE 3
**Sources of Funds for University R&D 1977, 1982 and 1987**




1977




1982




1987

* Costs of unsponsored R&D and of sponsored R&D not covered by direct funding.

*Source:* Statistics Canada, Science, Technology and Capital Stock Division.

## 3. University Research by Field of Study and Funding Sector

1984-85 is the latest year for which estimates are available to indicate how expenditures are distributed across the three broad fields of university research: forty per cent was devoted to engineering and other natural sciences; 32 per cent to health sciences research; and, 28 per cent to the social sciences.

As the single largest external source of funding for university research, the federal government supported 35 per cent of all health sciences research, 53 per cent of natural sciences and engineering and 14 per cent of social sciences research. By comparison, the universities themselves funded almost an equal share (33%) of health sciences as did the federal government, but less than half (21%) of the proportion of natural sciences and engineering research funded by the federal government. The greatest difference is in social sciences research where the universities funded five times (70%) the share funded by the federal government at 14 per cent.

TABLE 4
**University Research by Field of Study and Funding Sector, 1984-85**

| | Health Sciences | | Engineering and Other Natural Sciences | | Social Sciences | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ($M) | (%) | ($M) | (%) | ($M) | (%) | ($M) | (%) |
| Total Federal Government | 159 | (35) | 303 | (53) | 55 | (14) | 517 | (36) |
| - SSHRC (1) | — | | — | | 30 | (8) | 30 | (2) |
| - NHW & MRC (2) | 150 | (33) | — | | — | | 150 | (10) |
| - NSERC (3) | 9 | (2) | 240 | (98) | — | | 249 | (18) |
| - Other (4) | — | | 63 | (11) | 25 | (6) | 88 | (6) |
| Provincial Governments | 28 | (6) | 91 | (16) | 49 | (12) | 168 | (12) |
| Industry | 8 | (2) | 29 | (5) | 9 | (2) | 46 | (3) |
| Private Non-Profit (5) | 105 | (23) | 23 | (4) | 7 | (2) | 135 | (10) |
| Higher Education (6) | 150 | (33) | 117 | (21) | 280 | (70) | 547 | (38) |
| Foreign | 5 | (1) | 6 | (1) | — | | 11 | (1) |
| Total | 455 | (100) | 569 | (100) | 400 | (100) | 1424 | (100) |

*Source:* Statistics Canada, Science and Technology Statistics Division.

**Notes:**
1. Social Sciences and Humanities Research Council
2. Includes Health and Welfare and Medical Research Council funding.
3. Natural Sciences and Engineering Research Council.
4. Includes all other federal R&D grants and contracts performed in institutions of higher education.
5. Includes charities, foundations, etc.
6. Includes funding for higher education by the federal and provincial governments under EPF, as well as funding from higher education institutions.

*Note:* Table 4 is a preliminary estimate by Statistics Canada which is currently reviewing its methodology. Thus, the data should be used with some caution.

## 4. Federal Support of University Research

Indirect federal support is provided through: the provisions of the Income Tax Act (e.g. tuition fee and charitable donation deductions and R&D tax credits to businesses who contract eligible research to universities); fiscal transfers to provinces under the Established Programs Financing arrangements; and assistance to students under the Canada Student Loans program.

The direct federal support of university research is channelled mainly through the three research Granting Councils:

- the Natural Sciences and Engineering Research Council;
- the Medical Research Council; and,
- the Social Sciences and Humanities Research Council.

The three Councils operate at arm's length from the government under authority of special Acts of Parliament. They fund and promote research, research training and related activities located mainly at universities.

The Councils administer about 80 per cent of all direct federal funding of university research. The balance is provided by a number of other federal departments and agencies in the form of contracts and grants to support specific departmental needs for research.

The $582 million budget of the three Councils in 1987-88 is distributed based on peer-adjudicated grants to cover the direct costs of the research and related activity being supported.

The Granting Councils' support can be considered as a three stage pyramid of assistance:

*Support for the Broad Research Base:* support of the broad university research base through a large number of relatively small operating grants and scholarships to individual professors and students. This consumes some 70 per cent of total budgets.

*Strategic Grants:* a system of grants to focus and target research on areas of national importance. About 10 per cent of the budgets is spent on strategic grants.

*University-Private Sector Research Collaboration:* given a major stimulus by the matching funding policy announced by the federal government in 1986, some 8 per cent of Councils' budgets are currently spent on furthering research collaboration between the universities and the private sector. This is the fastest growing component of Granting Councils' budgets.

The balance of Councils' budgets supports a variety of other activities, including funding of scientific and learned societies, workshops, seminars and administrative costs (the latter ranging from under 4 per cent to about 8 per cent of total budgets amongst the three Councils).

Federal support, Granting Councils and other departments and agencies included, is concentrated in a relatively small number of universities. The top five universities received 43 per cent of 1984/85 federal funding, the top ten 63 per cent and the top fifteen universities received almost 80 per cent.

TABLE 5
**Top 15 University Recipients of Federal Funding, 1984-85**

| Universities | Grants | Total Funding |
|---|---|---|
| | (millions of dollars) | (percentage) |
| Toronto | 67.3 | 14.7 |
| McGill | 40.2 | 8.9 |
| British Columbia | 38.5 | 8.4 |
| Alberta | 24.6 | 5.4 |
| Montreal | 24.5 | 5.4 |
| McMaster | 21.5 | 4.7 |
| Manitoba | 19.7 | 4.3 |
| Western | 19.0 | 4.2 |
| Waterloo | 18.2 | 4.0 |
| Laval | 15.9 | 3.5 |
| Queen's | 15.9 | 3.5 |
| Calgary | 14.5 | 3.2 |
| Saskatchewan | 13.9 | 3.0 |
| Dalhousie | 13.5 | 3.0 |
| Ottawa | 12.2 | 2.7 |
| Total Funding to All Canadian Universities | 457.2 | 100.0 |

*Source*: NRC, Canada Institute for Scientific and Technical Information, Directory of Federally Supported Research in Universities, Volume 1, 1984/85.

In the February 1986 Budget, the federal government announced a $3.4 billion five-year financial plan for university research, including a new policy to encourage and support university-private sector research collaboration — (the matching funding policy). The government augmented the five-year plan in August 1987 by announcing an $18 million increase to the Councils' budgets as part of InnovAction, the Canadian strategy for science and technology.

TABLE 6
**The Federal 5-Year Financial Plan for University Research, 1986-91**
**($ Millions)**
**Total of Three Granting Councils**

| | 1986-87 | 1987-88 | 1988-89 | 1989-90 | 1990-91 | Total 1986-1991 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Base Budgets of Councils | 562.0 | 537.7 | 538.7 | 538.7 | 538.7 | 2715.8 |
| Federal Matching of Private Sector Contributions, Maximum | — | 44.5 | 69.7 | 110.3 | 155.7 | 380.2 |
| Total Federal Funding | 562.0 | 582.2 | 608.4 | 649.0 | 694.4 | 3096.0 |
| Anticipated Private Sector Contributions | — | 44.5 | 69.7 | 110.3 | 155.7 | 380.2 |
| Total Available Funding for University Research (federal government and private sector) | 562.0 | 626.7 | 678.1 | 759.3 | 850.1 | 3476.2 |

*Source*: Ministry of State for Science and Technology.

Under the five-year plan, funding for university research to 1990-91 will increase by over $1 billion or 50 per cent compared to the 1981-85 period.

TABLE 7
**UNIVERSITY RESEARCH — GRANTING COUNCILS**
**Comparison of 1981-85 with 1986-91 Period**
**($ millions)**

| Total Funding — Three Councils | 1981-82/1985-86 | 1986-87/1990-91 |
|---|---|---|
| Parliamentary Main Estimates Provision | 2125.3 | 3078.0 |
| Parliamentary Supplementary Estimates | 186.0 | 18.0* |
| Sub Total | 2311.3 | 3096.0 |
| Private Sector Share of Matching Policy | nil | 380.2 |
| TOTAL | 2311.3 | 3476.2 |

* Announced August 19, 1987
*Source*: Ministry of State for Science and Technology.

## 5. Some International Comparisons

Canada's universities performed almost 25 per cent of the nation's R&D in 1983, (the last year for which international data are available) compared to Australia (30%), Sweden (27%), France and Germany (15%) and the U.S.A. and the U.K. (13%).

By a different measure, i.e. higher education R&D as a per cent of Gross Domestic Product, Canada's .34 compares to the U.S.A. (.36), U.K. (.31) and Sweden (.66).

TABLE 8
**Expenditure on R&D in the Higher Education Sector**
**International Comparisons, 1983**

| | HERD[1]/GERD[2] | HERD/GDP[3] |
|---|---|---|
| | per cent | per cent |
| Australia | 30.5 | 0.29 |
| Sweden | 27.0 | 0.66 |
| Iceland | 26.5 | 0.20 |
| Norway | 25.9 | 0.37 |
| Netherlands | 25.3 | 0.51 |
| Canada | 24.7 | 0.34 |
| Japan | 23.0 | 0.59 |
| Finland | 21.4 | 0.28 |
| Italy | 19.3 | 0.22 |
| Spain | 17.7 | 0.08 |
| Ireland | 17.4 | 0.12 |
| Switzerland | 17.4 | 0.40 |
| France | 15.8 | 0.34 |
| Germany | 15.6 | 0.40 |
| United Kingdom | 13.8 | 0.31 |
| United States | 13.4 | 0.36 |

1. Higher Education R&D Expenditures
2. Gross Expenditures on R&D
3. Gross Domestic Product

*Source*: Organization for Economic Co-operation and Development.

# An Overview of Highly Qualified Personnel in Canada

## 1. The Scientific and Engineering Intensity of the Labour Force

A country that has a strong ability to invent has the prerequisite foundation for an equally strong ability to exploit. These abilities are primarily embodied in people — i.e. highly qualified personnel, mainly graduates of our universities. Judged by the number of research scientists and engineers in our labour force, Canada has a relatively weak ability to invent and exploit, compared to other countries. Growth in the number of research scientists and engineers in Canada from 1979 to 1983 was slightly higher than the median for other OECD countries, but that growth rate was lower than in France, Sweden, Italy and the USA. Canada continues to rank below the median of OECD members, per thousand of research scientists and engineers in its labour force, tied with Italy in second last place. Canada ranks third last of OECD countries in respect of R&D personnel, ahead of only Austria and Italy.

TABLE 9
**Total R&D Personnel and Research Scientists and Engineers (RSE) Per Thousand Labour Force, 1983**

| Country | R&D Personnel | RSE | Change in RSE from 1979 |
|---|---|---|---|
| | (per thousand) | | (percentage) |
| FRG | 13.5 | 4.8 | 7 |
| Japan | 12.1 | 7.4 | 14 |
| Switzerland ('79) | 11.8 | 3.4 | — |
| France | 11.0 | 3.9 | 26 |
| Sweden | 10.5 | 3.9 | 39 |
| Netherlands | 9.9 | 3.7 | 6 |
| Norway | 7.9 | 4.1 | 11 |
| Finland | 7.9 | 3.7 | 23 |
| Canada | 5.9 | 2.7 | 17 |
| Austria ('81) | 5.6 | 2.0 | — |
| Italy | 4.9 | 2.7 | 29 |
| United States | — | 6.4 | 21 |

*Note:* RSE in some countries consists of all university graduates in science and engineering.

*Source*: OECD, Recent Results, 1979-1986. The OECD notes that the Japanese data are likely over-estimated. No data are available for the U.K.

A second broad measure of Canada's ability to invent and exploit is the proportion of the labour force holding a Master's or Doctorate degree. Between the two census periods 1971 and 1981, there was an 88 per cent growth in the numbers of higher degree holders (i.e. highly qualified personnel) in all occupations: from 161,000 in 1971 to over 303,000 in 1981. In 1981 some 2.5 per cent of the Canadian workforce held Master's or Doctorate degrees compared to 1.8 per cent in 1971.

As a share of all Master's and Doctorate degree holders, those experiencing declines between 1971 and 1981 included: medicine and health (–10.0%); university teachers (–3.1%); physical sciences (–1.0%); and life sciences (–0.2%). Occupations whose shares grew over the decade included: architects and engineers (2.1%); managers and administrators (2.0%); social sciences, social work, law and religion along with "other teaching occupations" (1.5 %). Mathematicians and systems analysts grew by only one-half of one per cent as a share of the total workforce with Master's and Doctorate degrees.

TABLE 10
**1971/1981 Census**
**Experienced Labour Force 15 Years and Over by Highest Degree Obtained**

| Occupation | Total All Education 1971 | Total All Education 1981 | Master's & Doctorate Degrees 1971 | Master's & Doctorate Degrees 1981 | Percent of Total 1971 | Percent of Total 1981 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (thousands) | | | | (percentage) | |
| Managers & Admin. & Related Occs. | 372.2 | 814.0 | 23.5 | 53.3 | 6.3 | 6.5 |
| Physical Sciences | 34.3 | 40.5 | 5.3 | 6.9 | 15.3 | 17.1 |
| Life Sciences | 19.1 | 28.3 | 3.1 | 5.2 | 16.4 | 18.2 |
| Architects & Engineers | 154.5 | 266.4 | 7.9 | 20.7 | 5.1 | 7.8 |
| Mathematics & Systems Analysts | 26.2 | 67.7 | 2.0 | 5.2 | 7.7 | 7.7 |
| Soc. Sci, Soc. Work, Law & Religion | 102.6 | 220.9 | 16.6 | 35.7 | 16.2 | 16.1 |
| University Teachers | 23.5 | 33.6 | 19.6 | 27.6 | 83.7 | 82.1 |
| Other Teaching Occupations | 325.8 | 455.6 | 20.6 | 43.4 | 6.3 | 9.5 |
| Medicine & Health** | 326.6 | 519.2 | 50.0 | 64.9 | 12.3 | 12.5 |
| All Other Occupations | 7,428.5 | 9,820.8 | 22.3 | 40.4 | 0.3 | 0.4 |
| All Occupations | 8,813.3 | 12,267.1 | 161.0 | 303.4 | 1.8 | 2.5 |

** Includes first professional degrees (M.D.s, D.D.S.s, D.V.M.s, etc.) with Masters's and Doctorates.

*Source:* Statistics Canada, 1971/1981 Census (Special Run).

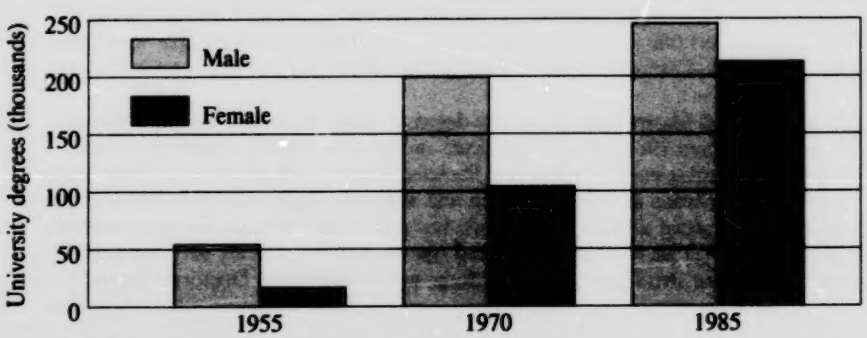
## 2. The Quantity and Kind of Highly Qualified Personnel Produced by Canada's Universities

### a) Trends in Enrolments

The educational and training role of universities is intricately linked to the research role. The educational function has been characterized by increasing specialization and differentiation of program offerings in response to the evolution of scientific fields, the professionalization of work, and the demands of student enrolment. While the education role is performed mainly at the undergraduate level, education at the graduate level is of particular significance for the research function and to the training of highly qualified personnel for the country.

Canada is second only to the United States in the proportion of people in the 18-24 age group attending university (13.5% compared to the U.S. 18.5%). Full-time university enrolment increased dramatically from 1955 to almost one-half million in 1985, with women now accounting for one-half of enrolments.

TABLE 11
**Full-time University Enrolment by Sex, 1955, 1970 and 1985**




*Source:* Statistics Canada, Education, Culture and Tourism Division.

The distribution of university enrolments by field of study is illustrated in Table 12. Enrolment in natural sciences and engineering has not experienced any significant growth as a proportion of total enrolments — 31.9 per cent in 1984-85. In the engineering/applied sciences, the growth rate was still slower (9.7 per cent in 1970-71, compared to 10.6 per cent in 1984-85). By contrast, the proportionate share of enrolments in social sciences and humanities increased from 46 per cent to over 52 per cent.

On the basis of absolute numbers, enrolments in natural sciences and engineering increased 61 per cent over the 1970-1985 period compared to 67 per cent for social sciences and humanities.

TABLE 12
**Full-Time University Enrolment[1] by Field of Study, Canada**

| | 1970-1 | 1975-6 | 1980-1 | 1984-5 |
|---|---|---|---|---|
| **Natural Sciences and Engineering** | **84,317** | **93,963** | **106,982** | **135,700** |
| (1970 = 100) | (100) | (111) | (127) | (161) |
| % | 28.8 | 27.6 | 30.3 | 31.9 |
| Engineering/Applied Sciences | 28,395 | 31,727 | 39,235 | 44,976 |
| | (100) | (112) | (138) | (158) |
| % | 9.7 | 9.3 | 11.1 | 10.6 |
| Mathematics/Physical Sciences | 20,471 | 17,226 | 22,406 | 36,331 |
| | (100) | (84) | (109) | (177) |
| % | 7.0 | 5.0 | 6.3 | 8.5 |
| Agriculture/Bio Sciences | 19,529 | 23,791 | 22,059 | 28,198 |
| | (100) | (122) | (113) | (144) |
| % | 6.7 | 7.0 | 6.2 | 6.6 |
| Health Professions | 15,922 | 21,219 | 23,287 | 26,195 |
| | (100) | (133) | (146) | (164) |
| % | 5.4 | 6.2 | 6.6 | 6.2 |
| **Social Sciences and Humanities** | **133,703** | **166,682** | **181,880** | **223,455** |
| (1970 = 100) | (100) | (125) | (136) | (167) |
| % | 45.7 | 48.9 | 51.5 | 52.5 |
| Education | 35,479 | 44,942 | 38,076 | 42,853 |
| | (100) | (127) | (107) | (121) |
| % | 12.1 | 13.2 | 10.8 | 10.1 |
| Humanities[2] | 37,901 | 39,882 | 41,268 | 51,371 |
| | (100) | (105) | (109) | (136) |
| % | 13.0 | 11.7 | 11.7 | 12.1 |
| Social Sciences | 60,323 | 81,858 | 102,536 | 129,231 |
| | (100) | (136) | (170) | (214) |
| % | 20.6 | 24.0 | 29.0 | 30.4 |
| Unclassified | 74,328 | 80,187 | 64,359 | 66,135 |
| % | 25.4 | 23.5 | 18.2 | 15.6 |
| TOTAL | 292,348 | 340,832 | 353,221 | 425,290 |
| | (100) | (117) | (121) | (145) |

1 Enrolment in courses not leading to a university degree is excluded
2 Includes Fine and Applied Arts

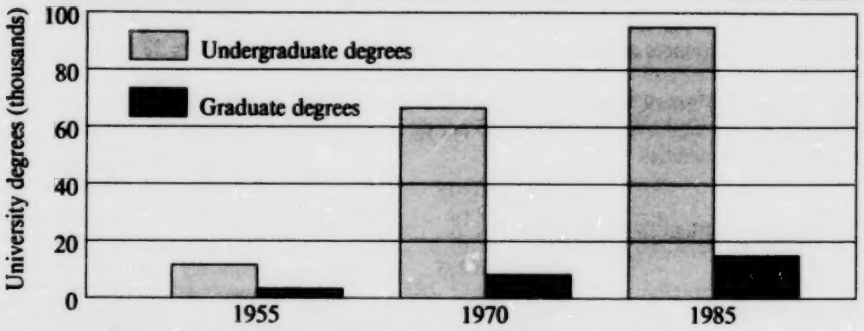
*Source:* Compilation from unpublished data and from Statistics Canada Universities Enrolment and Degrees, December, 1986.

**b) Trends in Degrees Awarded**

In 1985, Canadian universities awarded some 97,000 undergraduate and 17,000 graduate degrees.

As a proportion of all degrees awarded, graduate degrees remained virtually unchanged in 1985 compared to 1970: 15 and 14 per cent respectively. The number of graduate degrees awarded, however, increased by 54 per cent between 1970 and 1985 compared to 48 per cent for undergraduate degrees.

TABLE 13
**Number of University Degrees Granted, 1955, 1970 and 1985**

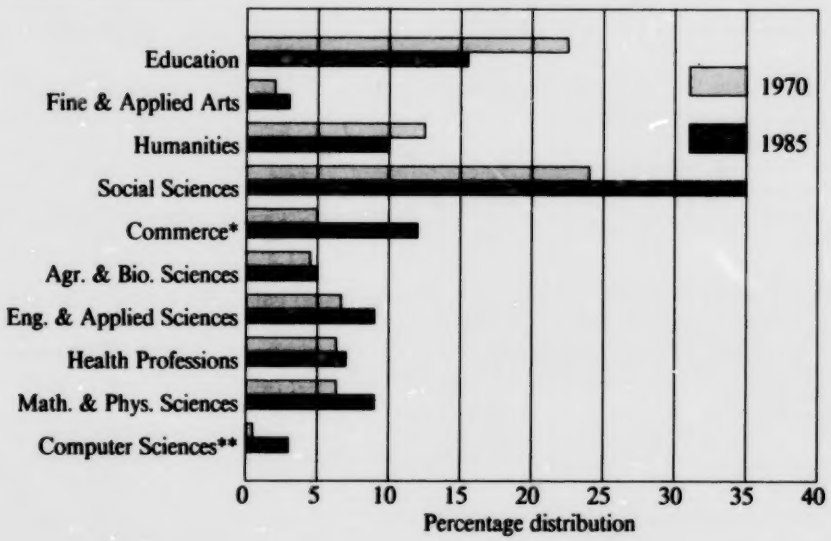



*Source:* Statistics Canada, Education, Culture and Tourism Division.

**Undergraduate Degrees Awarded**

At the undergraduate level about 70 per cent of degrees are awarded in the social sciences, humanities, education, and in the fine and applied arts: with education and the humanities losing ground as a proportion of the total between 1970 and 1985. The natural sciences and engineering gained little ground as a share of undergraduate degrees awarded: within mathematics and physical sciences, for example, computer science degrees rose from less than 1 per cent in 1970 to 3 per cent in 1985, while engineering and applied science degrees increased from 7 per cent to 9 per cent only.

TABLE 14
**Undergraduate Degrees by Field of Study, 1970 and 1985**




* Commerce is a field within the social sciences.
** Computer Science is a field within mathematics and physical sciences.
*Source:* Statistics Canada, Education, Culture and Tourism Division.

**Graduate Degrees Awarded**

At the graduate level less than one-third (30%) of all degrees awarded in 1984 were in the natural sciences and engineering compared to 37% in 1970 and 27% in both 1975 and 1980. All sub-fields of natural sciences and engineering, except the health professions, underwent a decline in their share of total graduate degrees awarded over the period. The smallest absolute and proportionate growth between 1970 and 1984

occurred in mathematics/applied sciences. By comparison, the social sciences and humanities experienced absolute growth rates double those for the natural sciences and engineering. The social sciences and humanities increased their share of graduate degrees awarded in 1984 to over two-thirds (68%) from just under 63 per cent in 1970.

TABLE 15
**Graduate Degrees Awarded by Field of Study, Canada**

| | 1970 | 1975 | 1980 | 1984 |
|---|---|---|---|---|
| **Natural Sciences and Engineering** | **3,360** | **3,559** | **3,869** | **5,153** |
| (1970 = 100) | (100) | (98) | (107) | (142) |
| % of total | 37.1 | 27.6 | 27.3 | 30.0 |
| Engineering/Applied Sciences | 1,185 | 1,190 | 1,300 | 1,888 |
| | (100) | (100) | (110) | (159) |
| % | 12.1 | 9.2 | 9.2 | 11.0 |
| Mathematics/Physical Sciences | 1,326 | 1,235 | 1,101 | 1,415 |
| | (100) | (93) | (83) | (107) |
| % | 13.5 | 9.6 | 7.8 | 8.2 |
| Agriculture/Bio Sciences | 745 | 709 | 827 | 949 |
| | (100) | (95) | (111) | (127) |
| % | 7.6 | 5.5 | 5.8 | 5.5 |
| Health Professions | 374 | 425 | 641 | 901 |
| | (100) | (114) | (171) | (241) |
| % | 3.8 | 3.3 | 4.5 | 5.2 |
| **Social Sciences and Humanities** | **6,156** | **9,299** | **10,289** | **11,691** |
| (1970 = 100) | (100) | (151) | (167) | (190) |
| % | 62.8 | 72.0 | 72.6 | 68.0 |
| Education | 1,341 | 2,333 | 3,031 | 3,133 |
| | (100) | (174) | (226) | (234) |
| % | 13.7 | 18.1 | 21.4 | 18.2 |
| Humanities[1] | 1,931 | 2,551 | 2,239 | 2,264 |
| | (100) | (132) | (116) | (117) |
| % | 19.7 | 19.8 | 15.8 | 13.2 |
| Social Sciences | 2,884 | 4,415 | 5,019 | 6,294 |
| | (100) | (153) | (174) | (217) |
| % | 29.4 | 34.2 | 35.4 | 36.6 |
| TOTAL[2] | 9,796 | 12,908 | 14,170 | 17,194 |
| | (100) | (132) | (145) | (176) |

1 Includes Fine and Applied Arts
2 Total includes unclassified degrees

*Source:* Statistics Canada.

As a postscript to the enrolment and degrees awarded data presented above, it is worth noting that foreign university students numbered some 27,000 in 1985 after having risen from 16,000 in 1973 to a peak of about 35,000 in 1983. Apart from the acknowledged benefits to Canada of the presence of foreign students, it is important to recognize that they constitute a significant number of degrees awarded in certain fields. These foreign students normally do not enter the Canadian labour market on graduation.

Foreign students were awarded about 20 per cent of all Master's and Doctorate degrees combined in the 1980-85 period: 17 per cent and 29 per cent respectively. Degrees awarded to foreign students were highest at the Ph.D. level in engineering/applied sciences (40%) and computer sciences and mathematics (35%) and lowest at both degree levels in the health sciences (9% and 15% at the Master's and Doctorate levels respectively).

TABLE 16
**Master's and Ph.D. Degrees Awarded (1980-85 totals) in Selected Major Fields of Study: Canadians (including landed immigrants) and Foreign Students**

| Field of Study | Master's | | (%) | Ph.D.s | | (%) | Total | | (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Can. | Foreign | Foreign | Can. | Foreign | Foreign | Can. | Foreign | Foreign |
| Agriculture/Bio Sciences | 3347 | 505 | (13) | 1068 | 314 | (33) | 4415 | 819 | (16) |
| Engineering/Applied Sciences | 6208 | 1586 | (20) | 759 | 515 | (40) | 6967 | 210 | (33) |
| Health Professions | 3293 | 316 | ( 9) | 786 | 140 | (15) | 4079 | 456 | (10) |
| Computer Sciences and Mathematics | 1736 | 451 | (20) | 294 | 155 | (35) | 2030 | 606 | (33) |
| Physical Sciences | 2260 | 603 | (21) | 1140 | 503 | (30) | 3400 | 1106 | (25) |
| Total | 16848 | 3461 | (17) | 4047 | 1627 | (29) | 20891 | 5088 | (20) |

*Source:* Estimates by the Ministry of State for Science and Technology, based on: Statistics Canada, enrolment and degrees awarded statistics, special runs.

**c) Women in Natural Sciences and Engineering Studies**

Women are well represented at the undergraduate level in Canadian universities, where they now account for almost 52 per cent of enrolments compared to 43 per cent in 1972-73. However, they are over-represented in certain fields of study such as education (68%), English (71%) and nursing (96%) and under-represented in engineering/applied sciences (12%), computer science (23%) and physics (14%).

At the graduate level women constitute about 45 per cent of Master's degree enrolments and 34 per cent in Ph.D. programs compared to 27 and 19 per cent respectively in 1972-73. Again, women are over-represented in the traditional female fields at the graduate level and under-represented in, for example, electrical engineering (less than 6 and 3 per cent in Master's and Doctorate programs respectively) and computer science (20% at the Master's level and 12% in Doctorate programs).

TABLE 17
**Proportion of Women in Full-time and Part-time University Degree Enrolment, by Selected Field of Study**

| Field of Study | Per Cent Female | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bachelor's First Professional | | Master's | | Ph.D. | |
| | 1972-73 | 1985-86 | 1972-73 | 1985-86 | 1972-73 | 1985-86 |
| Education | 59.7 | 68.0 | 32.4 | 62.3 | 25.5 | 51.7 |
| Humanities & Related | 51.4 | 62.1 | 41.0 | 56.4 | 32.6 | 43.9 |
| English | 61.9 | 71.3 | 49.8 | 66.6 | 42.7 | 57.4 |
| Social Sciences & Related | 30.3 | 51.1 | 21.5 | 40.8 | 22.9 | 42.1 |
| Business & Commerce | 12.5 | 43.9 | 4.8 | 29.3 | 0.0 | 30.9 |
| Agriculture & Biological Science | 42.9 | 57.3 | 27.3 | 44.7 | 14.7 | 30.1 |
| Biology | 33.1 | 51.4 | 28.9 | 43.1 | 15.7 | 33.1 |
| Engineering & Applied Sciences | 2.7 | 12.4 | 2.7 | 11.5 | 2.6 | 7.2 |
| Architecture | 12.3 | 31.5 | 7.7 | 30.0 | — | 21.1 |
| Chemical Eng. | 4.1 | 25.2 | 3.4 | 18.0 | 4.2 | 10.5 |
| Civil Eng. | 1.4 | 12.0 | 2.6 | 11.0 | 1.7 | 3.5 |
| Electrical Eng. | 1.0 | 6.9 | 1.9 | 5.8 | 2.2 | 2.8 |
| Mechanical Eng. | 0.9 | 6.9 | 1.6 | 6.7 | 2.7 | 6.5 |
| Health Professions & Occupations | 52.6 | 69.3 | 43.5 | 64.3 | 20.7 | 38.1 |
| Medical Science | 22.9 | 42.5 | 29.9 | 49.8 | 20.3 | 35.9 |
| Nursing | 97.9 | 96.1 | 93.2 | 96.8 | 100.0 | 100.0 |
| Pharmacy | 53.7 | 66.9 | 27.1 | 42.0 | 24.3 | 18.3 |
| Mathematics & Physical Sciences | 21.6 | 27.3 | 14.9 | 23.0 | 6.9 | 15.6 |
| Computer Science | 20.2 | 23.3 | 13.6 | 20.5 | 5.3 | 12.2 |
| Mathematics | 30.5 | 35.4 | 21.2 | 24.6 | 8.4 | 17.9 |
| Chemistry | 20.4 | 34.4 | 19.4 | 33.2 | 8.9 | 20.2 |
| Geology & Related | 8.3 | 21.2 | 11.0 | 26.7 | 3.6 | 17.9 |
| Physics | 8.3 | 14.0 | 7.2 | 11.4 | 4.4 | 6.9 |
| TOTAL | 42.6 | 51.8 | 26.7 | 44.6 | 19.5 | 34.0 |

*Source:* Statistics Canada.

Overall, degrees awarded to women have increased in proportion to their gains in total enrolment since 1970. By 1985, women received some 52% of Bachelor's and first professional degrees, 42% of Masters degrees and about 26% of Ph.D. degrees. However, women still tended to be over-represented, relative to these averages, in education, the humanities and in the health sciences particularly at the bachelor/first professional and Master's degree levels. In spite of important progress since 1970, women are still under-represented in business and commerce, engineering and natural sciences, accounting, for example, for some 4 per cent of mechanical engineering degrees at the Ph.D. level, less than 4 per cent at the Master's level in electrical engineering, and, 8 per cent of Ph.D. physics degrees.

TABLE 18
**Proportions of University Degrees Granted to Women 1970 and 1985, by Selected Specializations**

| | Per Cent Female | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bachelor's First Professional | | Master's | | Ph.D. | |
| Specialization | 1970 | 1985 | 1970 | 1985 | 1970 | 1985 |
| Education | 52.5 | 71.3 | 24.0 | 58.1 | 20.5 | 38.3 |
| Humanities & Related | 47.0 | 61.1 | 35.6 | 56.2 | 25.5 | 41.7 |
| English | 60.4 | 73.2 | 43.2 | 58.3 | 42.0 | 55.2 |
| Social Sciences & Related | 26.8 | 49.9 | 21.2 | 38.7 | 15.8 | 32.8 |
| Business & Commerce | 6.7 | 40.9 | 1.7 | 27.7 | — | 19.4 |
| Agriculture & Biological Sciences | 38.9 | 56.0 | 19.3 | 38.5 | 8.5 | 24.7 |
| Engineering & Applied Sciences | 1.6 | 11.6 | 1.9 | 10.5 | 0.0 | 6.5 |
| Chemical Eng. | 1.9 | 21.2 | 4.1 | 21.0 | 0.0 | 14.8 |
| Civil Eng. | 0.8 | 11.4 | 0.9 | 10.7 | 0.0 | 4.1 |
| Electrical Eng. | 1.1 | 5.7 | 1.8 | 3.6 | 0.0 | 5.2 |
| Mechanical Eng. | 0.5 | 5.5 | 0.7 | 5.4 | 0.0 | 4.3 |
| Health Professions & Occupations | 51.4 | 65.6 | 34.1 | 61.0 | 9.2 | 26.1 |
| Medical Sciences | 10.7 | 40.1 | 23.2 | 41.7 | 6.4 | 29.5 |
| Nursing | 97.3 | 96.1 | 96.4 | 96.6 | — | — |
| Pharmacy | 43.8 | 63.7 | 28.6 | 43.3 | 0.0 | 0.0 |
| Mathematics & Physical Science | 17.5 | 29.3 | 7.6 | 21.8 | 3.6 | 17.6 |
| Computer Science | 19.6 | 27.1 | 6.3 | 18.9 | 0.0 | 15.2 |
| Mathematics | 24.6 | 37.8 | 9.4 | 31.5 | 10.9 | 32.6 |
| Chemistry | 15.6 | 35.8 | 12.7 | 31.3 | 2.4 | 21.7 |
| Geology & Related | 4.3 | 21.2 | 2.4 | 22.3 | 0.0 | 15.1 |
| Physics | 7.7 | 15.5 | 4.0 | 6.6 | 4.1 | 8.0 |
| TOTAL | 38.4 | 51.9 | 21.5 | 42.0 | 9.3 | 26.4 |

*Source:* Statistics Canada.

## 3. Immigration and Emigration of Highly Qualified Personnel

Immigrants to Canada have been an important source of supply of highly qualified personnel — reflecting a number of factors, including our history of relatively "open door" immigration policies, the attractiveness of Canada for economic and quality of life reasons, and, as a response to labour market demand for highly qualified personnel that could not be satisfied from domestic supply sources — mainly our universities.

Immigration was a major source of supply of highly qualified personnel for Canada in the 1980-85 period: contributing about one-half as many highly qualified personnel as were graduated by Canada's universities. Over 10,000 landed immigrants entered Canada with Master's and Doctorate degrees compared to almost 21,000 graduate degrees that were awarded to Canadians by our universities (reference Table 16).

TABLE 19
**Immigration: Landed Immigrants, by Intended Occupation, Holding Master's and Doctorate Degrees, 1980-1985**

| Intended Occupation | Master's | Ph.D. | Total |
|---|---|---|---|
| Managers | 1314 | 279 | 1593 |
| Physical Sciences | 411 | 536 | 947 |
| Life Sciences | 206 | 382 | 588 |
| Architects and Engineers | 1388 | 510 | 1898 |
| Mathematics, Systems Analysts | 623 | 145 | 768 |
| Social Sciences & Related (excludes Religion) | 507 | 225 | 732 |
| University Teachers | 348 | 942 | 1290 |
| Other Teaching Occupations | 737 | 400 | 1137 |
| Medicine and Health | 848 | 707 | 1555 |
| GRAND TOTAL | 6382 | 4126 | 10508 |

*Source:* Employment and Immigration Canada, immigration statistics, special run.

There are no comprehensive data available to indicate what proportion of the existing stock of over 300,000 highly qualified personnel in the labour force is of immigrant origin. However, amongst university teachers, who represent more than 10 per cent of total highly qualified personnel in Canada, some 23 per cent were citizens of other countries.

TABLE 20
**Full-time University Teachers in Canada, 1981-82**

| Country of Citizenship | Number | Per cent |
|---|---|---|
| Canada | 25,791 | 76.8 |
| United States | 3,875 | 11.5 |
| United Kingdom | 1,470 | 4.4 |
| Other Commonwealth | 632 | 1.9 |
| Belgium and France | 420 | 1.3 |
| Other Europe | 577 | 1.7 |
| Other | 488 | 1.5 |
| Not Reported | 347 | 1.0 |
| Total | 33,600 | 100.0 |

*Source:* Statistics Canada, Teachers in Universities (Cat. 81-241).

In an unpublished study, the Science Council of Canada examined immigrants entering Canada over a thirty year period: 1956 to 1985. The Science Council focussed its study on the "Research-Intensive Occupations". In the 1956-1985 period, some 267,000 immigrants came to Canada in these occupations. Over one-half the total arrived in the 1966-1975 decade.

In order to obtain some measure of Canada's net gain in these occupations, after accounting for migration from Canada, the Science Council used data from the United States — the prime destination of Canadians in research-intensive occupations. Over the thirty-year period, immigration to Canada from all countries exceeded emigration to the U.S. by between 100 and 1300 per cent annually: in total Canada gained in quantitative terms by a ratio of some 5:1.

Apart from teachers and technicians, the largest number of immigrants to Canada was in engineering, natural sciences and computer and related specialties. In terms of emigration from Canada to the U.S.A., engineers topped the list. Almost all occupational groups experienced gains in both immigrant and emigrant flows in the first decade of the thirty year period and significant declines in the last decade. The exceptions are natural scientists whose emigration has maintained a surprisingly stable level over the three decades, and computer specialists, statisticians and mathematicians whose immigration and emigration flows have both experienced continuing substantial growth rates.

TABLE 21

**Immigrants to Canada[1] and Canadians Emigrating to the United States[2] in Research-Intensive Occupations 1956-1985**

| Occupation | 1956-1965 | | 1966-1975 | | 1976-1985 | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Immigrants to Canada | Emigrants to the USA | Immigrants to Canada | Emigrants to the USA | Immigrants to Canada | Emigrants to the USA | Immigrants to Canada | Emigrants to the USA |
| Teachers | 17,858 | 5,875 | 51,909 | 5,780 | 15,923 | 2,257 | 85,690 | 13,912 |
| Technicians | 15,284 | 4,490 | 41,296 | 3,058 | 10,143 | 1,921 | 66,723 | 9,469 |
| Engineers | 13,747 | 9,298 | 24,232 | 6,791 | 12,530 | 3,089 | 50,509 | 19,178 |
| Natural Scientists | 1,188 | 954 | 9,208 | 963 | 5,599 | 998 | 15,995 | 2,915 |
| Computer Specialists, Statisticians & Mathematicians | 126 | nil | 5,283 | 51 | 6,663 | 633 | 12,072 | 684 |
| Chemists | 2,582 | 1,081 | 4,392 | 1,011 | 1,116 | 251 | 8,090 | 2,343 |
| Social Scientists | 216 | 382 | 3,025 | 521 | 2,125 | 419 | 5,366 | 1,322 |
| Professional Workers (N.E.C.)* | 15,989 | 2,268 | 6,920 | 1,393 | nil | 121 | 22,909 | 3,782 |
| TOTAL | 66,990 | 24,348 | 146,265 | 19,568 | 54,099 | 9,689 | 267,354 | 53,605 |

* Not Elsewhere Classified

*Sources:*

1. Canada, Employment & Immigration (annual immigration statistics 1956-1984 and unpublished data).
2. United States, Department of Justice. Immigration and Naturalization Service (unpublished data).

## 4. Some Observations on Demand/Supply Imbalances

It is evident from the available data that Canada has experienced shortages and surpluses of highly qualified personnel at varying times in recent decades. On occasion, these imbalances have been directly linked to general economic conditions and business cycles, demographic factors and changes in government policies, the latter two affecting, for example, education and the medical care professions. It is also evident that such imbalances can be isolated, at a point in time, to one or several related occupations, e.g. shortages of engineers in Western Canada in the "boom days" of the oil and gas industry of the mid-1970s. A second example was the very high demand for teachers in the 1960s and early 1970s in response to the "baby boom" generation passing through the education system.

It is generally acknowledged that past forecasts of such imbalances have often been quite inaccurate — as have previous forecasts of university enrolments. Even in mainly non-market sectors such as education and health, the past inability to make accurate forecasts is noteworthy. In the market-dominant occupations, such as engineers and computer specialists, the forecasting task is even more difficult.

Recently, several organizations[1] have attempted to determine the future demand and supply for highly qualified personnel.

While these recent forecasts are useful, the authors themselves fully recognize the limitations of their work. For example, the assumptions used all exert a profound influence on the resulting forecast and include such factors as attrition rates, labour force and university attendance participation rates (particularly those of women), in and out migration, changes in wages and productivity, the changing nature of occupations and industry, career choices of individuals, and, the capital investment of business and government, (including investment in R&D).

Forecasting in the highly qualified personnel field encounters further difficulty because of the relatively small and highly specialized labour force: 300,000 or less than 3 per cent of the total workforce. At the level of specific occupational groups, for example, there are less than 1000 physicists with Master's or Doctorate degrees in Canada, about 300 aerospace engineers, less than 700 petroleum engineers, and, about

1. The Five-Year Planning Documents of the three Granting Councils:
   - Five-Year Plan for Financing Research in the Social Sciences and Humanities
   - Completing the Bridge to the 90s: NSERC's Second Five-Year Plan.
   - Medical Research Council Discussion Paper Proposal for a Five-Year Plan.

1000 mathematicians, statisticians and actuaries (1981 Census data). Because of the long training times required and the key nature of the occupations, even small short-falls in supply relative to demand can cause severe bottlenecks. Also, given the nature of these occupations, often at the leading-edge of knowledge and technology, an increased supply frequently generates an increased demand as the technology and the people create new business, e.g. in biotechnology.

As shown by the data presented earlier in this paper, it is evident that the past supply of highly qualified personnel produced by our universities has not been sufficient to meet the demand for such people in Canada. Immigration, as the data also demonstrate, has been the "safety valve" for the marketplace.

During the 1960s and early 1970s, Canada's universities, along with the other components of the education system, expanded quite rapidly in response to the large numbers of student enrolments. Some observers of that decade or more of expansion have added that public policy and associated large expenditures were also predicated on the belief that education was a wise investment in economic, social and cultural terms.

In economic terms, the wise investment assumption appears to be supported by the historical fact that unemployment rates for highly qualified personnel have been generally less that one-half those for the labour force as a whole. Furthermore, these relatively low unemployment rates approach (after account is taken of frictional unemployment, e.g. unemployment between jobs), what is generally considered to be full employment. Equally important, low unemployment rates for highly qualified personnel are sustained throughout varying business cycles.

TABLE 22
**1971/1981 Census Comparative Unemployment Rates by Occupation (per cent)**

| Occupation | Total All Education | | Master's & Doctorate Degrees | |
|---|---|---|---|---|
| | 1971 | 1981 | 1971 | 1981 |
| Managers & Admin. and Related Occs. | 1.52 | 2.64 | 0.68 | 1.51 |
| Physical Sciences | 4.37 | 4.51 | 1.62 | 1.58 |
| Life Sciences | 3.38 | 5.93 | 1.44 | 2.23 |
| Architects & Engineers | 3.52 | 3.66 | 2.27 | 1.76 |
| Mathematics & Systems Analysts | 2.11 | 2.74 | 3.23 | 1.91 |
| Soc. Sci., Soc. Work, Law & Religion | 3.95 | 7.28 | 1.69 | 2.73 |
| University Teachers | 3.09 | 5.96 | 2.32 | 3.72 |
| Other Teaching Occs. | 1.72 | 4.07 | 0.99 | 3.20 |
| Medicine & Health** | 2.44 | 4.03 | 2.77 | 0.98 |
| All Other Occupations | 8.94 | 11.54 | 5.44 | 9.68 |
| All Occupations | 7.90 | 10.01 | 2.61 | 3.11 |

** Includes first professional degrees (M.D.s, D.D.S.s, D.V.M.s etc) with Master's and Doctorates.

*Source:* Statistics Canada, 1971/1981 Census (special run).

Changes in the nature of occupations and industry are accelerating in response to new knowledge and technologies and the increasingly intense competition in the international market-place. The social and cultural challenges and opportunities associated with these and other changes are, and will, place increasing demands on Canadians in future. Thus, in spite of difficulty in accurately forecasting future demand and supply, at least some level of consensus and understanding must be achieved relating to Canada's future need for highly qualified personnel.

The most recent forecasts are those of the Economic Council of Canada which projected employment to 1995 under three scenarios:

A = designates the extrapolation scenario
B = designates the displacement scenario without re-employment
C = designates the displacement scenario with re-remployment

The Economic Council projections of the employment of "professionals" to 1995 relative to 1981 under scenario "C" show growth of over 200 per cent in occupations in mathematics, statistics and systems analysis. Next highest growth rates are projected in law (62%), social work (57%), and social sciences (40%). Growth rates in the 30-39% range are projected for teachers at the elementary and secondary school levels, nursing, and in the library and related social sciences. Growth rates between 20-29% range occur in university teaching, architects and engineers, the physical and life sciences, and in occupations related to management. Occupations projected to experience less than 20% employment growth to 1995 under the Economic Council's scenario "C" include: managers and administrators (10%), and health diagnosing and treating occupations (12%).

These growth rates for selected "professional occupations" compare to projections of about 12 per cent to 1995 for all occupations.

**Note**: For a detailed discussion of the Economic Council's methodology and results, reference should be made to the publication "Innovation and Jobs in Canada".

TABLE 23
**Actual and Projected Employment, by Detailed Occupations, Canada 1981 and 1995**

| | | Three Scenarios | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1981 | 1995A | 1995B | 1995C |
| Detailed Occupations: | | (Thousands) | | |
| Managerial, Administrative, Related | | | | |
| Managers and Administrators | 367.3 | 403.5 | 373.9 | 405.9 |
| Occupations Related to Management and Administration | 181.6 | 222.0 | 203.9 | 221.4 |
| Professionals | | | | |
| Physical Sciences | 25.4 | 27.3 | 27.8 | 30.2 |
| Life Sciences | 10.5 | 10.9 | 11.0 | 12.0 |
| Architects and Engineers | 109.4 | 122.1 | 124.7 | 135.5 |
| Other Occupations in Architecture and Engineering | 94.7 | 108.0 | 0.1 | 0.1 |
| Mathematics, Statistics, Systems Analysis, and Related | 36.8 | 39.9 | 105.3 | 114.3 |
| Social Sciences | 10.7 | 12.8 | 12.9 | 14.0 |
| Social Work and Related Fields | 14.5 | 20.9 | 21.0 | 22.8 |
| Law and Jurisprudence | 35.9 | 52.7 | 52.6 | 57.1 |
| Library, Museum and Archives, Religion and Other Occupations in Social Sciences and Related Fields | 6.0 | 7.4 | 7.5 | 8.1 |
| University Teaching and Related Occupations | 3.7 | 4.5 | 4.5 | 4.9 |
| Elementary and Secondary School Teaching and Related Occupations | 27.8 | 33.8 | 33.9 | 36.8 |
| Other Teaching and Related Occupations | 20.9 | 25.3 | 25.5 | 27.7 |
| Health Diagnosing and Treating Occupations | 8.3 | 8.3 | 8.4 | 9.1 |
| Nursing, Therapy and Related Assisting Occupations | 34.9 | 42.1 | 42.5 | 46.1 |
| Other Occupations in Medicine and Health | 33.1 | 38.2 | 39.0 | 42.3 |

*Source*: "Innovation and Jobs in Canada", p. 49, Table 4-10 extract: A research report prepared for the Economic Council of Canada, 1987

# The Transfer of Knowledge, Technology and Expertise: An Emerging University Role

While the teaching and research roles are well-established functions, the third and growing role of the university is to be an active agent of progress, through the diffusion of knowledge, technology and expertise to other sectors of society. The objective of such transfers is to help achieve national and regional goals in general, and economic goals in particular. The extent to which this third role is performed depends, in large measure, on: the effectiveness of the university in producing highly qualified personnel, the strength of its research; the attitudes of both faculty and administrators towards building a strong dialogue and system of collaborative research and other arrangements with industry; and the willingness of industry and other sectors to collaborate with universities in such endeavours.

Universities can have an important impact on technology diffusion and thereby contribute to national and regional business development and competitiveness through a variety of mechanisms. One such mechanism is contract research with business firms. These activities have been growing over the past several years. Business spent over $45 million in 1984-85 on contract research in Canadian universities, compared to $17 million in 1979-1980.

Non-profit organizations, however, engage in over three times more research contracts with universities than does industry: some $160 million in 1984-85. The growth rate in contract research over the six year period has been slightly greater with non-profit organizations (41 per cent) compared to 37 per cent with industry.

TABLE 24
**Contract Research in Canadian Universities**
**(Millions $)**

| | 1979-1980 | | 1984-1985 | |
|---|---|---|---|---|
| | $ | %* | $ | %* |
| Business | 17.1 | 2.5 | 45.6 | 3.2 |
| Non-profit Organizations | 66.9 | 9.8 | 159.8 | 9.5 |
| Total Private | 84.0 | 12.3 | 214.2 | 12.7 |

* % of total university R&D.

*Source*: Statistics Canada, Ottawa, September 1986.

Private sector contributions to sponsored research in universities, as a proportion of total sponsored research funding, plays an important role in all Canadian regions. Bequests, donations, non-government grants, investment income and miscellaneous income contributed 18 per cent to total sponsored research funding to universities in the Atlantic region, 19 per cent in each of the Western regions and Quebec, and 25 per cent in Ontario.

TABLE 25
**Private Sector Funding* of Sponsored Research in Canadian Universities by Region: Year Ended in 1986**
**($000)**

| Region | Sponsored Research Total Funding | Private Sector Funding | |
|---|---|---|---|
| | (All Sources) | | |
| Atlantic | 55,607 | 10,190 | (18.3%) |
| Quebec | 228,754 | 44,183 | (19.3%) |
| Ontario | 349,980 | 88,060 | (25.2%) |
| Western | 240,028 | 45,844 | (19.1%) |

* Includes: bequests, donations and non-government grants, investment income and miscellaneous income directed to the support of research.

*Source*: Financial Statistics of Universities and Colleges 1985-1986 prepared by Statistics Canada for the Canadian Association of University Business Officers, Report 4.1 — Sponsored Research.

Business contributions to university R&D in Canada in 1984-85 amounted to 3.2% of total university R&D, slightly less than the 3.9% of university R&D funded by business in the United States.

TABLE 26
**Business Funding of University R&D: Canada and the U.S.A. 1984-85**

| | Canada | U.S.A. |
|---|---|---|
| Millions of $ (Canadian) | 45.6 | 456 |
| % | 3.2 | 3.9 |
| Total University R&D | 1,424 | 11,591 |

*Source*: Statistics Canada; and the National Science Foundation, Washington, D.C.

The federal government's matching policy, which went into effect on April 1, 1987, is specifically designed to actively promote research collaboration between university researchers and the private sector, including industry, the private non-profit sector, foundations, charitable organizations and individuals.

The matching policy is based on a formula by which the federal government matches private sector contributions with equal funding to the three federal research Granting Councils, to a maximum of just over $380 million over four years. First indications from the Granting Councils point to a highly successful beginning of the policy.

TABLE 27
**Research Granting Councils: Matching Funding Policy, 1987-91**
**($ Millions)**

| Council | 1987-88 | 1988-89 | 1989-90 | 1990-91 | Four-Year Total |
|---|---|---|---|---|---|
| Natural Sciences and Engineering Research Council | 50.8 | 81.0 | 128.0 | 180.8 | 440.6 |
| Medical Research Council | 26.2 | 41.8 | 66.4 | 93.6 | 228.0 |
| Social Sciences and Humanities Research Council | 12.0 | 16.6 | 26.2 | 37.0 | 91.8 |
| Total | 89.0 | 139.4 | 220.6 | 311.4 | 760.4 |

*Source*: Ministry of State for Science and Technology.

**Note**: Annual amounts include both federal and private sector contributions. Federal funding to the Granting Councils is a maximum of one-half the amounts shown. Private sector contributions can exceed the level of federal funding.

Industry-university research collaboration is well suited to regional and local development. Universities can contribute to the transfer of knowledge and technology by developing expertise in areas of natural advantage and by establishing institutes which offer research, developmental and education services. One example of successful cooperation with industry is the Pulp and Paper Research Institute of Canada (PAPRICAN) which has been linking McGill University and several Canadian pulp and paper firms since 1927.

The view that universities should be active agents in the transfer of science and technology to industry is not shared universally. The education and research functions of universities are seen by many as the priorities of the university. By contrast the proponents of the university as an active agent of diffusion of best practice knowledge and technology stress that such cooperation can yield not only additional research resources but also new intellectual challenges which can result in society-wide benefit through the application of research results.

Cooperative R&D between universities and industry can offer a significant opportunity to improve Canada's performance in the worldwide R&D stakes, to the satisfaction of both the university and the business participant.

# Issues for the Future

Society is undergoing a radical transformation from an industrialized complex based on raw materials and natural advantages to an information and knowledge-based society.

The economic prosperity, and consequent standard of living, of whole nations is becoming increasingly dependant on science and technology. How well countries develop, acquire and use knowledge and technical know-how is determining their ability to compete internationally and to provide employment and a higher standard of living for their citizens.

This is the national and international context within which Canada must view its future. It is in this context that the university, too, must examine its future and the critical role that it will be called upon to play in a more knowledge-intensive society and economy.

The three functions of the university, teaching, research, and knowledge/technology transfer, can no longer be considered as independent of each other. The knowledge-intensity of society and the economy, combined with rapid changes in knowledge and technology, require the close interaction of all three functions. Furthermore, the limitations of Canada's financial and human resources suggest that it is not possible to pursue all fields of science and technology on the same scale as its much larger industrial competitors. This imposes choices by Canadians, in general, and by various sectors in society, including the universities, as to what should be the areas on which Canada should concentrate its resources.

The first major issue for the university is (recognizing its history, its current strengths and weaknesses and its vision for the future) the most appropriate balance between the teaching, research and knowledge/technology transfer roles.

In quantitative terms, the record of the recent past suggests that the universities themselves have viewed the teaching function as of paramount importance, particularly in the social sciences and humanities rather than in the natural sciences and engineering. They have reduced their own support of research as a proportion of all university research (presumably in response to teaching demands, but at a time of increased government support for university research). In addition, they have not yet reached consensus on the nature or scale of their role in the transfer of knowledge and technology to the economy.

The recent past has been characterized by financial restraint which undoubtedly exerted a major influence on the decisions made within universities. However, pressures on universities continue to grow with demands that universities respond more directly to economic and social needs in spite of limited resources.

The challenges of the future suggest that the issues centre on three basic questions:

- How should the universities identify and manage their research priorities?
- What kind of highly qualified people should universities provide to adequately respond to Canada's short and longer-term needs?
- How can the universities effectively collaborate with industry in carrying out their research function?

## 1. Priorities and the Management of University Research

There is growing pressure for university research to focus on areas which respond more directly to economic and social needs. At the same time, resources for research are limited, and no one university can hope to maintain leading-edge expertise in all areas of research. Is it important, therefore, to concentrate effort within strategically chosen areas of research?

If so, it suggests that universities must be selective and manage their research according to a coherent set of objectives identified by all legitimate interests. Universities must therefore carefully consider the degree to which direction can reasonably be applied to individual research activities and how appropriate overall priorities can best be determined. A number of key issues are involved:

**i) The concentration of resources and research networks**

The costs and complexities of leading-edge research are increasingly demanding a large "critical mass" of scientists, engineers, technicians, laboratory equipment, expensive instrumentation and support staff without which certain research cannot be attempted.

The ability of a university, or increasingly several universities together, to assemble research teams and facilities on an appropriate scale will determine the kinds of research it can perform effectively. One way of achieving the necessary critical mass of research teams, having different disciplinary backgrounds and perhaps located in different universities, is to link them through a "centres of excellence" approach using modern telecommunications systems — a field in which Canada is a world leader. Such networks could, in particular, offer smaller universities the possibility of participating in research that they could not hope to do on their own.

Related to the "critical mass" issue is the question of to what extent, and how, the private sector and government laboratories could collaborate with such university centres/networks in pursuit of excellence, sharing of ideas and as a means of marshalling and maximizing the efforts of all sectors.

**ii) The importance of multidisciplinary research**

Interaction between disciplines has played an important role in research break-throughs, and is likely to become increasingly important in the future. Molecular biology, for instance, grew out of research combining biology and molecular physics, and led to the development of biotechnology. Materials science is bringing the physicist and chemist closer together. In a more general sense, the complexities of modern society are demanding a more integrated "systems approach" to finding a better way of solving problems. Research on health services, for example, involves not only medical researchers, but economists and administrative specialists.

Multidisciplinary research cuts across the traditional organization of university departments. How can the universities organize to encourage and manage multidisciplinary research?

**iii) The relation between basic and applied research**

A distinction is usually made between basic research (the pursuit of knowledge for its own sake) on the one hand and applied research (research directed towards a specific application) on the other. A traditional concern focuses on the appropriate balance between these types of research in a university setting.

Today, however, the line between the two types of research is becoming increasingly blurred. Basic research is affected by technological developments while progress in applied technology frequently results from spin-offs — often unintended — from basic research. The rapid advances in microelectronics, material sciences and information technology have, for instance, resulted from a continual and mutually supportive interaction between basic and applied research.

The question now is not so much the balance the universities should achieve between basic or applied research, but rather how the two can be initiated and nourished in a mutually beneficial way to achieve scholarship of international repute and shorter-term benefits for society and the economy.

**iv) The indirect costs of research**

Research grants to universities from the federal Granting Councils are normally for the direct costs of research only. In recent years universities have expressed growing concern over the lack of sufficient funds for the indirect costs of research. Some universities say they may reject opportunities for research because they, themselves, cannot afford the additional overhead costs involved.

This situation not only restricts the amount of research universities are willing to perform, but may create a bias in the system against high-cost research, often in the natural sciences and engineering, in favour of research that is less resource intensive — mainly in the social sciences and humanities.

The question, then, becomes one of the degree to which university research planning activities are in fact affected by the different types of cost involved and what changes in current funding would be most effective.

## 2. The Supply of Highly Qualified Personnel

University research plays an important part in the training of highly qualified personnel (HQP). Thus, it is important to ask what kind of people Canada will need in the future, and whether the universities will be able to supply those people.

It should be noted that at both the undergraduate and graduate levels, less than one-third of degrees awarded are in the engineering/applied sciences fields; women are an under-utilized resource in these same fields, and, immigration contributes one-half as many highly qualified people to Canada as do our universities.

**i) Projecting future needs**

In a recent study by the Conference Board of Canada, 35% of the Canadian firms surveyed said they were experiencing a shortage of qualified personnel for research and development. In the same study 41% of the firms surveyed said they expected shortages within the next five years.

Furthermore, tenured university researchers hired to teach in the late 1960s and early 1970s in response to the post-war enrolment boom will be retiring over a ten year period beginning in the mid-1990s. It will be the task of the universities to replace them.

Predicting future supply and demand for HQP is, however, an uncertain business, and past predictions have not always been accurate. One reason predictions are difficult is that with highly qualified researchers, supply often creates the demand. In many advanced technology fields, for example, the existence of a developed research capacity creates the demand to exploit that capacity. Thus, the demand follows supply, rather than the other way around.

This suggests that universities may have a key role to play to create opportunities. When asking what kind of personnel universities should be supplying, and at what levels, should we look only at the predicted demand in certain fields? Or should we also consider the potential for creating a demand by supplying highly qualified people?

Immigration has been the "safety valve" for Canada's demand for highly qualified personnel in the past. Can immigration be relied upon to the same extent in future? If not, how should the universities prepare and respond?

**ii) Women in research**

While women accounted for half of the students enrolled in universities in 1985-86, only 12.3% of the undergraduates in engineering and applied sciences were women. Similarly, at the doctorate level women accounted for just 7.5% of the students in this field, and 15.6% of the students in mathematical and physical sciences. In the same fields, women accounted for 2.2% and 5.2% of the university teachers. From a national perspective, here is a vast pool of talent which needs to be developed.

How can we encourage more women to enter natural sciences and engineering studies at our universities, and to pursue research careers on graduation?

## 3. University/Industry Research Collaboration

There are many divergent interests involved in research. The federal government must look to the immediate and long term national interests of the country, the provinces must attend to their own regional concerns, universities must guard their long-standing traditions of independent scholarly inquiry, and, industry has a direct and growing interest in research that leads to competitive, commercially viable products, processes and services.

In the past, each of these sectors pursued its own research, often in isolation from the others. Given the growing importance of research and development, and the need to use our resources as efficiently and effectively as possible, we must find better ways to combine our several efforts in the most productive way.

Universities will have to decide to what extent they wish to respond to the role society expects them to play in the overall research effort of the nation. They will also need to continue to develop constructive partnerships with other research interests in order to fulfill that role.

**i) Universities and technology transfer**

Linkages between universities and industry serve two important purposes. They can give universities an opportunity to find out what problems need to be addressed from a wider perspective. And they can facilitate the transfer of knowledge and technology from the university laboratory to industry and to the market-place.

A wide range of innovative mechanisms have been developed for technology transfer. For example, some universities have developed science and technology parks or technology incubators associated with their research facilities. Others have experimented with "spin-offs", commercial businesses built around the results of university research and designed to bring those results directly to market.

Two basic questions arise concerning such transfer mechanisms. First, how can we measure their effectiveness, so that improvements can be made? Second, what place should such efforts have in the management of university research as a whole?

**ii) University/industry collaboration**

Active collaboration between universities and industry allows both to focus their combined expertise and resources on problems of shared concern. Encouraged by the federal and provincial governments through funding support and tax arrangements, university/industry collaboration has grown in recent years.

While universities have also expressed interest, they have also raised a number of concerns, as has industry. Universities place a high value on the independence of their research, and there is the question whether the "commercialization" of research activity may compromise that independence.

For example, potential conflicts arise over the publication of research results. Industry researchers are often required to keep their work secret, in order to afford their company a competitive advantage, while universities encourage the free dissemination of information.

It is generally agreed that university/industry collaborations should be encouraged and that the perceived barriers, different cultures, and divergent objectives can be overcome to the mutual benefit of both sectors. The key question is how this can be done more effectively, while safeguarding the openness, integrity and internal priorities of university research.

**iii) The universities and regional development**

Canada's universities represent a rich base of research expertise which is distributed across the country, in regions with diverse needs. The universities can play a significant role not only in disseminating the results of research to their individual regions, but in conducting research designed to serve the economic, social and cultural needs of their communities. The university can also be an effective agent for the region in accessing research from the rest of Canada and from other countries.

This raises two questions. First, what role should the research activity of a university play in regional development? Second, how can cooperative mechanisms linking the university to the community be most effectively established?

The challenges facing our universities in future are immense. The opportunities are even greater for the universities to play a more central role in the progress and prosperity of Canadian society and the economy. The objective in responding to challenges and opportunities should be to build a stronger university system of excellence and leadership that can meet the needs of Canada into the 21st century.

# List of Tables and Charts


| | Page |
|---|---|
| Gross Expenditure on R&D by Funder and Performer by Percentage | 1 |
| Total Expenditures on R&D, 1987 | 1 |
| Sources of Funds for University R&D, 1977, 1982 and 1987 | 2 |
| University Research by Field of Study and Funding Sector, 1984-85 | 3 |
| Top 15 University Recipients of Federal Funding, 1984-85 | 4 |
| Federal Five-Year Financial Plan for University Research, 1986-91 | 5 |
| University Research — Granting Councils Comparison of 1981-85 with 1986-91 Period | 5 |
| Expenditure on R&D in the Higher Education Sector: International Comparisons, 1983 | 6 |
| Total R&D Personnel and Research Scientists and Engineers (RSE) per Thousand Labour Force, 1983 | 7 |
| 1971/1981 Census — Experienced Labour Force 15 years and over by Highest Degree Obtained | 8 |
| Full-Time University Enrolment by Sex, 1955, 1970 and 1985 | 8 |
| Full-Time University Enrolment by Field of Study, 1970–1985 | 9 |
| Number of University Degrees Granted 1955, 1970 and 1985 | 10 |
| Undergraduate Degrees by Field of Study, 1970 and 1985 | 10 |
| Graduate Degrees Awarded by Field of Study | 11 |
| Master's and Ph.D. Degrees Awarded 1980-85, Canadians and Foreign Students | 12 |
| Proportion of Women in Full-Time and Part-Time University Degree Enrolment | 12 |
| Proportion of University Degrees Granted to Women, 1970 and 1985 | 13 |
| Immigration: Landed Immigrants Holding Master's and Doctorate Degrees, 1980-1985 | 14 |
| Full-Time University Teachers in Canada, 1981/82 | 14 |
| Immigrants to Canada and Canadians Emigrating to the U.S.A. in Research-Intensive Occupations, 1956–1985 | 15 |
| 1971/1981 Census: Comparative Unemployment Rates by Occupation (per cent) | 16 |
| Actual and Projected Employment by Occupation, 1981 and 1995 | 17 |
| Contract Research in Canadian Universities | 19 |
| Private Sector Funding of Sponsored Research in Canadian Universities by Region, 1986 | 20 |
| Business Funding of University R&D: Canada and the U.S.A., 1984-85 | 20 |
| Research Granting Councils: Matching Funding Policy, 1987-91 | 20 |

Ministère d'État
Sciences et Technologie Canada

Ministry of State
Science and Technology Canada

# LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE AU CANADA

Document explicatif
pour le
Colloque national
sur l'enseignement postsecondaire

INNOVACTION
La stratégie canadienne en matière de sciences et de technologie

Canada

# LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE AU CANADA

Document explicatif
pour le
Colloque national
sur l'enseignement postsecondaire

établi par le
Ministre d'État chargé des Sciences et
de la Technologie

Ottawa (Ontario)
Octobre, 1987

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1987

N° de cat. ST31-27/1987

ISBN 0-662-55452-3

# TABLE DES MATIERES


| | | Page |
|---|---|---|
| **Introduction** | | i |
| **Points saillants** | | ii |
| Partie 1 | **Aperçu de la recherche universitaire au Canada** | 1 |
| | 1. Contribution des universités à l'effort de R-D national | 1 |
| | 2. Sources de financement de la recherche universitaire | 1 |
| | 3. Répartition de la recherche universitaire par domaine d'étude et source de financement | 3 |
| | 4. Aide fédérale à la recherche universitaire | 4 |
| | 5. Quelques comparaisons internationales | 7 |
| Partie 2 | **Aperçu du personnel hautement qualifié au Canada** | 9 |
| | 1. Concentration de la main d'oeuvre dans les domaines des sciences et du génie | 9 |
| | 2. Effectif et type de personnel hautement qualifié formé par les universités canadiennes | 10 |
| | 3. Immigration et émigration de personnel hautement qualifié | 17 |
| | 4. Quelques observations sur les déséquilibres entre l'offre et la demande | 19 |
| Partie 3 | **Le transfert de connaissances, de technologies et de savoir-faire : un rôle nouveau des universités** | 23 |
| Partie 4 | **Questions concernant l'avenir** | 27 |
| | 1. Priorités et gestion de la recherche universitaire | 28 |
| | 2. L'offre de personnel hautement qualifié | 29 |
| | 3. Collaboration en matière de recherche entre l'université et l'industrie | 30 |
| **Conclusion** | | 33 |
| **Liste des tableaux et graphiques** | | 35 |

Le présent document a pour but de stimuler la discussion sur la recherche universitaire et la façon dont elle peut aider les Canadiens à entrer de plain-pied dans le XXI$^{e}$ siècle.

On y trouve quatre parties : premièrement, un aperçu sur la nature du financement de la recherche universitaire; deuxièmement, un exposé sur le personnel hautement qualifié; troisièmement, une brève description du nouveau rôle des universités dans le transfert de connaissances, de technologies et de savoir-faire; quatrièmement, un tour d'horizon des grandes questions qui, dans le domaine de la recherche, seront importantes pour l'avenir des universités au Canada.

Jusqu'ici, les universités canadiennes ont relevé avec succès les défis qui se sont posés à elles. Elles constituent aujourd'hui un réseau riche et diversifié qui s'étend d'un bout à l'autre du pays. Ensemble, elles remplissent trois fonctions essentielles au développement économique, social et culturel du Canada: l'enseignement; la recherche; le transfert de connaissances, de technologies et de savoir-faire à l'ensemble de la collectivité. En outre, chaque université répond aux besoins et aspirations de la collectivité locale ainsi qu'aux politiques du gouvernement provincial concerné en matière d'éducation; rappelons qu'aux termes de la Constitution, l'éducation relève des provinces.

L'aide fédérale en faveur de l'enseignement postsecondaire revêt diverses formes : transferts fiscaux aux provinces dans le cadre de l'accord sur le Financement des programmes établis; Programme canadien de prêts aux étudiants; dispositions spéciales de la Loi de l'impôt sur le revenu; aide directe à la recherche et à la formation universitaires, principalement par le truchement des trois conseils subventionnaires fédéraux.

Le présent document porte surtout sur la recherche universitaire, encore qu'il existe de nombreux liens directs entre recherche, enseignement et transfert de connaissances et de technologies. Ces trois fonctions revêtiront une importance croissante pour l'avenir du Canada, car notre société et notre économie seront de plus en plus axées sur la connaissance.

La connaissance et ses applications deviennent en fait une ressource internationale essentielle qui détermine de plus en plus la compétitivité et, partant, le niveau de vie, de pays entiers.

Les universités jouent donc un rôle crucial pour l'avenir du Canada. Les universités et la recherche universitaire feront face, dans les années à venir, à des défis encore plus importants, car le Canada — comme ses concurrents — devient une société de plus en plus axée sur la connaissance.

## La recherche universitaire au Canada

- Les universités exécutent 25 % de la recherche-développement effectuée au Canada.
- Depuis 1977, la somme consacrée à la recherche universitaire est passée de 710 millions de dollars à 1,7 milliard de dollars.
- En 1984-1985, 40 % de la recherche universitaire concernait les sciences naturelles et le génie, 32 %, les sciences de la santé, et 28 %, les sciences sociales.
- Parmi les sources externes de financement de la recherche universitaire, le gouvernement vient au premier rang, fournissant 60 % des fonds provenant de ces sources.
- La part des gouvernements dans le financement de la recherche universitaire augmente sensiblement, tandis que celle des universités elles-mêmes diminue.
- En vertu de l'actuel plan fédéral quinquennal, qui prévoit des dépenses de 3,4 milliards de dollars d'ici 1990-1991 — y compris les fonds fournis par le secteur privé dans le cadre de la formule de financement de contrepartie —, le financement de la recherche universitaire augmentera de 50 % par rapport à la période 1981-1985.

## Personnel hautement qualifié au Canada

- Le Canada compte relativement peu de chercheurs, se classant à l'avant-dernier rang à ce chapitre, avec l'Italie, parmi les pays de l'OCDE.
- Le nombre de titulaires de maîtrises et de doctorats a augmenté dans toutes les professions, dépassant 300 000 en 1981, soit 2,5 % de la main-d'oeuvre totale. Les secteurs de la médecine et des sciences de la santé, de l'enseignement universitaire, des sciences physiques et des sciences de la vie, ont tous vu leur part diminuer. Ce sont le génie, les sciences sociales et la gestion/administration qui ont enregistré le taux de croissance le plus élevé.
- Si le nombre d'étudiants à temps plein dans les universités s'est accru considérablement ces dernières années, le pourcentage d'étudiants inscrits en sciences naturelles, en génie et en sciences appliquées n'a pas progressé sensiblement, représentant moins du tiers des effectifs totaux en 1984-1985. C'est en sciences sociales que la plus forte augmentation a été enregistrée.
- Dans le secteur des sciences sociales, le nombre de diplômes universitaires supérieurs a augmenté deux fois plus vite que dans celui des sciences naturelles et du génie, où le pourcentage de diplômes universitaires supérieurs a en fait diminué depuis 1970.
- Bien que les femmes représentent environ la moitié des effectifs universitaires, elles sont relativement peu nombreuses à opter pour les sciences naturelles et le génie : en 1985, seulement 10 % des maîtrises et 6 % des doctorats en génie et en sciences appliquées ont été décernés à des femmes.
- De 1955 à 1985, le nombre de chercheurs immigrant au Canada a dépassé le nombre de chercheurs canadiens émigrant aux Etats-Unis dans une proportion allant jusqu'à 1 300 % par année : de 1980 à 1985, quelque 10 000 immigrants reçus, titulaires de maîtrises et de doctorats, sont entrés au Canada, ce qui équivaut à environ la moitié du nombre de diplômes universitaires supérieurs décernés à des Canadiens par les universités pendant la même période.
- Il est démontré que la formation de personnel hautement qualifié procure des avantages sociaux, économiques et culturels : chez le personnel hautement qualifié, le taux de chômage est habituellement deux fois moindre que celui qui existe dans la population active en général.
- Le Conseil économique du Canada a établi des prévisions sur l'évolution de l'emploi d'ici 1995 : dans les catégories « professionnelles », les taux de croissance devraient se situer entre 30 et 200 %, l'augmentation la plus rapide concernant les mathématiques, la statistique et l'analyse des systèmes. Pour l'ensemble des professions, le taux de croissance devrait atteindre environ 12 %.

## Les universités et le transfert de technologies

- Les universités jouent un nouveau rôle d'agent de développement en transférant des connaissances, des technologies et du savoir-faire aux autres secteurs de la société
- La collaboration entre universités et industrie suscite de plus en plus d'intérêt : en 1984-1985, l'industrie a accordé aux universités des contrats de recherche d'une valeur totale de 45 millions de dollars, comparativement à 17 millions de dollars en 1979-1980; par ailleurs, la valeur des contrats de recherche accordés aux universités par des organismes sans but lucratif est passée de 70 millions de dollars en 1979-1980 à 160 millions de dollars en 1984-1985.
- La part du secteur privé dans le financement de la recherche commanditée menée par les universités varie de 18 à 25 % selon les régions.
- D'après les premières indications, il semble que la politique fédérale de financement de contrepartie accroîtra sensiblement la collaboration entre les universités et le secteur privé en matière de recherche.

## Questions futures

- Etant donné l'évolution rapide d'une économie de plus en plus axée sur la connaissance, quel est le juste équilibre entre les fonctions de l'enseignement, de la recherche et du transfert de technologies des universités?
- Comment les universités doivent-elles définir et gérer leurs priorités en matière de recherche, étant donné la nécessité :
  - d'établir des centres d'excellence pour concentrer les rares ressources sur les principaux domaines de recherche de pointe;
  - d'encourager la recherche multidisciplinaire nécessaire à l'avancement des nouveaux domaines scientifiques et technologiques;
  - de maintenir les liens vitaux entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée;
  - de répartir les ressources en matière de recherche entre les domaines de recherche où les coûts indirects sont relativement faibles, et ceux où les coûts augmentent de plus en plus comme les sciences naturelles et le génie?
- Quels types de personnel hautement qualifié les universités doivent-elles fournir pour répondre aux besoins futurs du Canada, étant donné :
  - la difficulté de prévoir ces besoins de façon exacte;
  - le fait que l'économie est de plus en plus axée sur la connaissance et la technologie;
  - le vieillissement du corps enseignant des universités;
  - le fait que, dans les domaines d'avenir, la demande de personnel qualifié ne précède pas l'offre, mais est créée par celle-ci;
  - la nécessité d'inciter un plus grand nombre de femmes à faire carrière dans la recherche?
- Comment les universités peuvent-elles collaborer plus efficacement avec le secteur privé en matière de recherche, étant donné :
  - l'importance vitale du transfert des connaissances et des technologies des universités vers le marché;
  - les objectifs et « cultures » différents qui ont séparé jusqu'ici la recherche industrielle et la recherche universitaire;
  - la nécessité de préserver les traditions d'indépendance et de haut savoir des universités;
  - le rôle clé que les universités peuvent jouer dans le développement régional?

# Aperçu de la recherche universitaire au Canada

## 1. Contribution des universités à l'effort de R-D national

En 1987, la R-D universitaire représente environ 25 % (1,7 milliard) de la R-D (7 milliards) qui sera exécutée au Canada. Les universités financent elles-mêmes 40 % de la R-D qu'elles font.

Les universités viennent au deuxième rang, après les entreprises, pour l'importance des activités de R-D qu'elles exécutent, mais occupent le troisième rang, après les entreprises et le gouvernement fédéral, pour les dépenses qu'elles consacrent à la R-D.

TABLEAU 1
**Répartition des dépenses de R-D selon le financement et l'éxécution (SNG et SSH)***

| Année | Gouvernement fédéral | Provinces | Entreprises | Université | Autres |
|---|---|---|---|---|---|
| Financement (en % des DBRD) | | | | | |
| 1981 | 34 | 7 | 42 | 11 | 6 |
| 1983 | 37 | 7 | 39 | 10 | 7 |
| 1985 | 35 | 7 | 42 | 9 | 7 |
| 1987** | 34 | 7 | 43 | 10 | 7 |
| Exécution (en % des DBRD) | | | | | |
| 1981 | 21 | 3 | 49 | 25 | 2 |
| 1983 | 23 | 3 | 48 | 25 | 1 |
| 1985 | 21 | 3 | 51 | 23 | 2 |
| 1987** | 20 | 2 | 51 | 25 | 2 |

* Sciences naturelles et génie et Sciences humaines et sociales
** Estimation

*Source*: Statistique Canada, Statistique des sciences, vol. 11, no. 1, 1987.

## 2. Sources de financement de la recherche universitaire

En 1987, la valeur de toute la R-D exécutée dans les universités est estimée à 1,7 milliard de dollars, alors qu'elle se chiffrait à 710 millions de dollars en 1977. Comme il a été mentionné précédemment, les universités fournissent elles-mêmes à peu près 40 % de cette somme, soit 680 millions de dollars. Le gouvernement fédéral représente toutefois la plus grande source de financement externe; il consacre en effet près de 600 millions de dollars à la recherche, soit environ 35 % à la recherche universitaire ou à peu près 60 % des fonds affectés à celle-ci par des sources de financement externes. En outre, le gouvernement fédéral transfère aux provinces, dans le cadre de l'accord sur le Financement des programmes établis, des fonds qu'elles et les universités consacrent en partie à la recherche.

TABLEAU 2
**Dépenses totales de R-D (SNG et SSH), 1987 (estimations)**

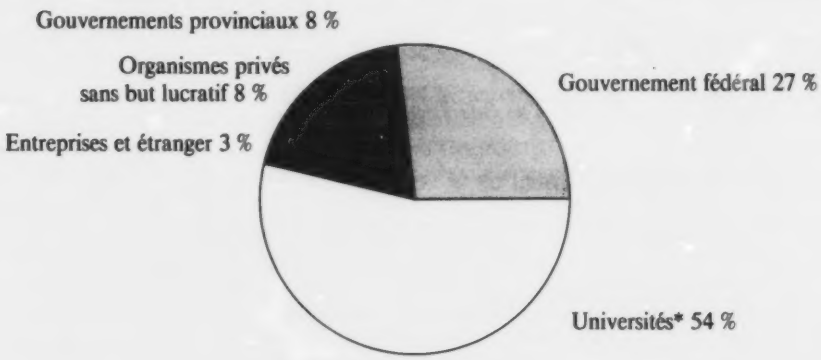
| FINANCEMENT | EXECUTION | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | FED | PROV | ORP | ENTR | UNIV | OPSBL | TOTAL |
| | (en millions de dollars) | | | | | | |
| FED | 1 380 | — | 10 | 375 | 592 | 28 | 2 385 (34%) |
| PROV | — | 138 | 44 | 57 | 205 | 25 | 469 ( 7%) |
| ORP | — | — | 6 | — | — | — | 6 — |
| ENTR | — | — | 16 | 2,888 | 70 | 6 | 2 980 (42%) |
| UNIV | — | — | — | — | 680 | — | 680 (10%) |
| OPSBL | — | — | — | — | 186 | 38 | 224 ( 3%) |
| ETRANGER | — | — | 2 | 316 | 10 | — | 328 ( 5%) |
| TOTAL | 1 380 (20%) | 138 (2%) | 78 (1%) | 3 636 (51%) | 1 743 (25%) | 97 (1%) | 7 072 |

ORP = Organismes de recherche provinciaux
ENTR = Entreprises
OPSBL = Organismes privés sans but lucratif

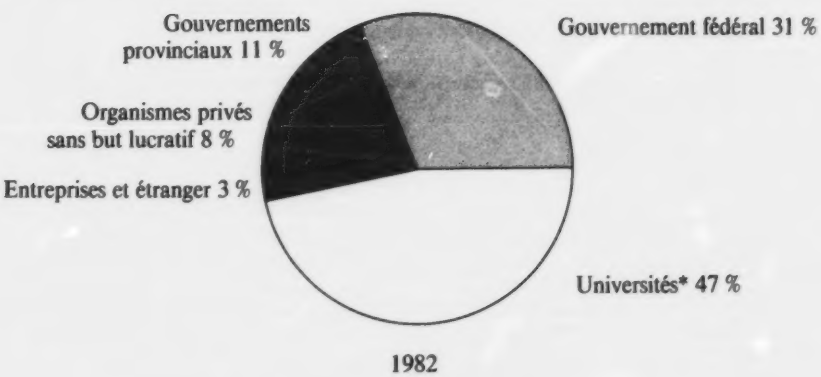
*Source :* Statistique Canada, division des Sciences, de la Technologie et du Stock de capital.

De 1977 à 1987, la part des gouvernements dans le financement de la recherche universitaire est passée de 35 à 46 %, tandis que celle des universités est tombée de 54 à 39 %.

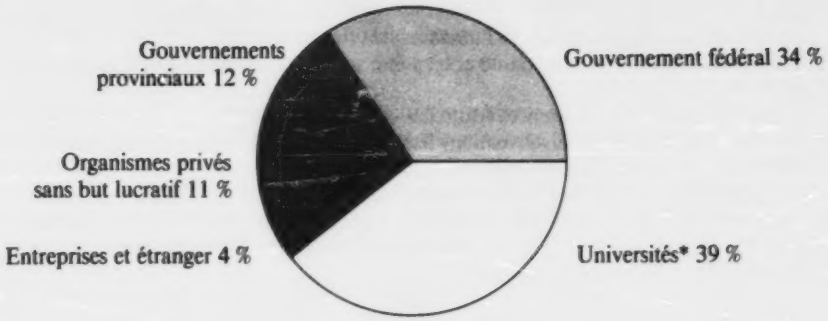
TABLEAU 3
**Sources de financement de la R-D universitaire 1977, 1982 et 1987**




1977




1982




1987

* Coûts de la R-D non commanditée et de la R-D commanditée non couverts par le financement direct.

*Source :* Statistique Canada, Division des Sciences, de la Technologie et du Stock de capital.

## 3. Répartition de la recherche universitaire par domaine d'étude et source de financement

1984-1985 est la dernière année pour laquelle on dispose d'estimations sur la répartition des dépenses entre les trois grands domaines de recherche : 40 % sont allées au génie et aux sciences naturelles; 32 % aux sciences de la santé; et 28 % aux sciences sociales.

En tant que principale source de financement externe pour la recherche universitaire, le gouvernement fédéral a financé 35 % de la recherche en sciences de la santé, 53 % de la recherche en sciences naturelles et en génie, et 14 % de la recherche en sciences sociales. Quant aux universités, leur part dans le financement de la recherche était presque égale à celle du gouvernement fédéral en ce qui concerne les sciences de la santé (33 %), mais plus de deux fois moindre (21 %) pour ce qui est des sciences naturelles et du génie. C'est dans le secteur des sciences sociales que l'écart était le plus grand, la part des universités dans le financement (70 %) étant cinq fois moins élevée que celle du gouvernement fédéral (14 %).

TABLEAU 4
**Recherche universitaire par domaine d'étude et secteur de financement 1984-1985**

| | Sciences de la santé | | Génie et autres sciences naturelles | | Sciences sociales | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ($ M) | (%) | ($ M) | (%) | ($ M) | (%) | ($ M) | (%) |
| Total du gouvernement fédéral | 159 | (35) | 303 | (53) | 55 | (14) | 517 | (36) |
| - CRSHC (1) | — | | — | | 30 | (8) | 30 | (2) |
| - SBES & CRM (2) | 150 | (33) | — | | — | | 150 | (10) |
| - CRSNG (3) | 9 | (2) | 240 | (98) | — | | 249 | (18) |
| - Autres (4) | — | | 63 | (11) | 25 | (6) | 88 | (6) |
| Gouvernements provinciaux | 28 | (6) | 91 | (16) | 49 | (12) | 168 | (12) |
| Industrie | 8 | (2) | 29 | (5) | 9 | (2) | 46 | (3) |
| Organismes à but non lucratif (5) | 105 | (23) | 23 | (4) | 7 | (2) | 135 | (10) |
| Enseignement supérieur (6) | 150 | (33) | 117 | (21) | 280 | (70) | 547 | (38) |
| Etranger | 5 | (1) | 6 | (1) | — | | 11 | (1) |
| Total | 455 | (100) | 569 | (100) | 400 | (100) | 1424 | (100) |

*Source :* Statistique Canada, Division des sciences, de la technologie et du stock du capital.

**Notes :**

1. Conseil de recherches en sciences humaines
2. Comprend le financement de Santé et bien-être social et du Conseil de recherches médicales.
3. Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie.
4. Comprend toutes les autres subventions fédérales à la R-D ainsi que les contrats exécutés dans les établissements de l'enseignement supérieur.
5. Comprend les oeuvres de charité, les fondations, etc.
6. Comprend le financement à l'enseignement supérieur par les gouvernements fédéral et provinciaux aux termes du FPE, ainsi que le financement provenant des établissements d'enseignement supérieur.

*Nota :* Les données figurant au tableau 4 sont des estimations de Statistique Canada, qui révise actuellement sa méthodologie. Il faut donc les utiliser avec prudence.

## 4. Aide fédérale à la recherche universitaire

L'aide fédérale indirecte est fournie grâce aux dispositions de la Loi de l'impôt sur le revenu, (c.-à-d. les déductions des frais d'inscription et des dons de charité ainsi que les crédits d'impôt à la R-D aux entreprises qui font faire aux universités de la recherche par contrat), les transferts fiscaux aux provinces aux termes des dispositions de financement des programmes établis; et l'aide aux étudiants aux termes du Programme canadien de prêts aux étudiants.

L'appui fédéral direct à la recherche universitaire se fait principalement par l'intermédiaire des trois conseils subventionnaires à la recherche :

- le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie;
- le Conseil de recherches médicales du Canada; et
- le Conseil de recherches en sciences humaines.

Les trois conseils fonctionnent sans lien de dépendance avec le gouvernement aux termes de lois spéciales du Parlement. Ces conseils financent et assurent la promotion de la recherche, de la formation à la recherche et d'activités connexes qui se font généralement dans les universités.

Les conseils administrent environ 80 % de tout le financement fédéral direct de la recherche universitaire. Le reste est fourni par un certain nombre d'autres ministères et organismes fédéraux sous la forme de contrats et de subventions selon les besoins ministériels.

Le budget de 582 millions de dollars des trois conseils en 1987-1988 est distribué selon un mode de subventions octroyées par les pairs pour couvrir les coûts directs de la recherche et des activités connexes financées.

L'appui des Conseils subventionnaires peut-être considéré comme une structure pyramidale à trois niveau :

*Appui à la recherche générale :* appui à la recherche universitaire générale par l'intermédiaire d'un grand nombre de subventions peu élevées pour les frais de fonctionnement et des bourses aux professeurs et étudiants particuliers. Ceci représente environ 70 % du total des budgets.

*Subventions stratégiques :* un système de subventions visant une recherche déterminée dans des domaines d'importance nationale. Environ 10 % des budgets va aux subventions stratégiques.

*Collaboration pour la recherche entre les universités et le secteur privé :* étant donné que la politique de financement de contrepartie annoncée par le gouvernement fédéral en 1986 est un stimulant important, environ 8 % des budgets des conseils sont actuellement dépensés afin de favoriser la collaboration dans le domaine de la recherche entre les universités et le secteur privé. Il s'agit de l'élément des budgets des conseils subventionnaires qui croît le plus rapidement.

Le reste des budgets des conseils va à toute une série d'autres activités, y compris le financement de sociétés scientifiques et savantes, d'ateliers, de colloques et séminaires et des coûts administratifs (ces derniers allant de 4 % à 8 % du total des budgets entre les trois conseils).

L'appui fédéral, y compris celui des conseils subventionnaires et d'autres ministères et organismes, se concentre dans un tout petit nombre d'universités. Les cinq premières universités on reçu 43 % du financement fédéral de 1984-1985, les dix premières, 63 % et les quinze premières ont reçu près de 80 % du total.

TABLEAU 5
**Les 15 premières universités récipiendaires du financement fédéral, 1984-1985**

| Universités | Subventions | Total du financement |
|---|---|---|
| | (millions de dollars) | (pourcentage) |
| Toronto | 67,3 | 14,7 |
| McGill | 40,2 | 8,9 |
| Colombie-Britannique | 38,5 | 8,4 |
| Alberta | 24,6 | 5,4 |
| Montréal | 24,5 | 5,4 |
| McMaster | 21,5 | 4,7 |
| Manitoba | 19,7 | 4,3 |
| Western | 19,0 | 4,2 |
| Waterloo | 18,2 | 4,0 |
| Laval | 15,9 | 3,5 |
| Queen's | 15,9 | 3,5 |
| Calgary | 14,5 | 3,2 |
| Saskatchewan | 13,9 | 3,0 |
| Dalhousie | 13,5 | 3,0 |
| Ottawa | 12,2 | 2,7 |
| Financement total à toutes les universités canadiennes | 457,2 | 100,0 |

*Source :* CNRC, Institut canadien d'information scientifique et technique, Annuaire de la recherche subventionnée par le gouvernement fédéral dans les universités, Volume 1, 1984-1985.

Dans son budget de février 1986, le gouvernement fédéral annonçait un plan financier de cinq ans de 3,4 milliards de dollars pour la recherche universitaire, y compris une nouvelle politique favorisant et appuyant la collaboration dans le domaine de la recherche entre l'université et le secteur privé — (politique de financement de contrepartie). Le gouvernement a accru les révisions quinquennales en annonçant, en août 1987, une augmentation de 18 millions de dollars au budget des conseils dans le cadre d'InnovAction, stratégie fédérale des sciences et de la technologie.

TABLEAU 6
**Plan financier de 5 ans du gouvernement fédéral destiné à la recherche universitaire (1986-1991)**
**(Millions de dollars)**
**Total des trois conseils subventionnaires**

| | 1986-87 | 1987-88 | 1988-89 | 1989-90 | 1990-91 | Total 1986-1991 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Budget de base des conseils | 562,0 | 537,7 | 538,7 | 538,7 | 538,7 | 2715,8 |
| Maximum des contributions de contrepartie du gouvernement et du secteur privé | — | 44,5 | 69,7 | 110,3 | 155,7 | 380,2 |
| Financement total du gouvernement fédéral | 562,0 | 582,2 | 608,4 | 649,0 | 694,4 | 3096,0 |
| Contributions prévues du secteur privé | — | 44,5 | 69,7 | 110,3 | 155,7 | 380,2 |
| Total du financement disponible pour la recherche universitaire (gouvernement fédéral et secteur privé) | 562,0 | 626,7 | 678,1 | 759,3 | 850,1 | 3476,2 |

*Source :* Ministère d'Etat chargé des Sciences et de la Technologie.

Aux termes du plan de cinq ans, le financement de la recherche universitaire jusqu'en 1990-1991 sera augmenté de plus d'un milliard de dollars soit 50 % par rapport à la période de 1981-1985.

TABLEAU 7
**RECHERCHE UNIVERSITAIRE — CONSEILS SUBVENTIONNAIRES**
**Comparaison entre les périodes 1981-1985 et 1986-1991**
**(Millions de dollars)**

| Financement total Trois conseils | 1981-1982/ 1985-1986 | 1986-1987/ 1990-1991 |
|---|---|---|
| Provision au budget principal parlementaire | 2125,3 | 3078,0 |
| Budget supplémentaire parlementaire | 186,0 | 18,0* |
| Total partiel | 2311,3 | 3096,0 |
| Part du secteur privé de la politique de contrepartie | | 380.2 |
| TOTAL | 2311,3 | 3476,2 |

* Annoncé le 19 août 1987.
*Source :* Ministère d'Etat chargé des Sciences et de la Technologie.

## 5. Quelques comparaisons internationales

Les universités du Canada ont effectué 25 % de la R-D du pays en 1983, (dernière année pour laquelle les données internationales sont disponibles) par rapport à l'Australie (30 %), la Suède (27 %), la France et l'Allemagne (15 %) et les E.-U. et le Royaume-Uni (13 %).

En ayant recours à une mesure différente, à savoir le pourcentage de R-D dans l'enseignement supérieur par rapport au produit intérieur brut, le pourcentage canadien se compare à ceux des E.-U. (0,36), du Royaume-Uni (0,31) et de la Suède (0,66).

TABLEAU 8
**Dépenses en R-D dans le secteur de l'enseignement supérieur**
**Comparaisons internationales, 1983**

| | DRD-ES[1]/DBRD[2] | DRD-ES/PIB[3] |
|---|---|---|
| | pour cent | pour cent |
| Australie | 30,5 | 0,29 |
| Suède | 27,0 | 0,66 |
| Islande | 26,5 | 0,20 |
| Norvège | 25,9 | 0,37 |
| Pays-Bas | 25,3 | 0,51 |
| Canada | 24,7 | 0,34 |
| Japon | 23,0 | 0,59 |
| Finlande | 21,4 | 0,28 |
| Italie | 19,3 | 0,22 |
| Espagne | 17,7 | 0,08 |
| Irlande | 17,4 | 0,12 |
| Suisse | 17,4 | 0,40 |
| France | 15,8 | 0,34 |
| Allemagne | 15,6 | 0,40 |
| Royaume-Uni | 13,8 | 0,31 |
| Etats-Unis | 13,4 | 0,36 |

1. Déboursés à la R-D, enseignement supérieur
2. Dépenses brutes en R-D
3. Produit intérieur brut

*Source :* Organisation de Coopération et de Développement économiques.

# Aperçu du personnel hautement qualifié au Canada

## 1. Concentration de la main-d'oeuvre dans les domaines des sciences et du génie

Un pays qui a une forte capacité d'invention dispose du fondement essentiel à une fructueuse mise en exploitation des aptitudes concernant en particulier les personnes — c.-à-d. le personnel hautement qualifié, notamment des diplômés d'universités. Si l'on en juge d'après le nombre de scientifiques et d'ingénieurs de recherche dans notre main-d'oeuvre, le Canada n'est doté que d'une faible aptitude tant pour l'invention que pour l'exploitation, par rapport aux autres pays. La croissance du nombre de chercheurs et d'ingénieurs dans le domaine de la recherche au Canada, de 1979 à 1983, a été légèrement plus élevée que la moyenne des autres pays de l'OCDE, mais ce taux de croissance était plus bas que celui de la France, de la Suède, de l'Italie et des E.-U. Pourtant, le Canada continue à se classer au-dessous de la moyenne des pays membres de l'OCDE, par milliers de travailleurs, ce qui équivaut à celle de l'Italie à l'avant-dernière place. Le Canada se classe juste avant l'avant-dernier parmi les pays de l'OCDE en ce qui a trait au personnel faisant de la R-D, devant l'Autriche et l'Italie.

TABLEAU 9
**Total du personnel en R-D et des chercheurs scientifiques et ingénieurs (CSI) de la recherche par milliers de travailleurs, 1983**

| Pays | Personnel de R-D | SER | Changement en SER depuis 1979 |
|---|---|---|---|
| | (par milliers) | | (pourcentage) |
| FAG | 13,5 | 4,8 | 7 |
| Japon | 12,1 | 7,4 | 14 |
| Suisse ('79) | 11,8 | 3,4 | — |
| France | 11,0 | 3,9 | 26 |
| Suède | 10,5 | 3,9 | 39 |
| Pays-Bas | 9,9 | 3,7 | 6 |
| Norvège | 7,9 | 4,1 | 11 |
| Finlande | 7,9 | 3,7 | 23 |
| Canada | 5,9 | 2,7 | 17 |
| Autriche ('81) | 5,6 | 2,0 | — |
| Italie | 4,9 | 2,7 | 29 |
| Etats-Unis | — | 6,4 | 21 |

*Nota :* Les chercheurs dans certains pays comprennent tous les diplômés universitaires en science et en génie.

*Source :* OCDE, résultats récents, 1979-1986. L'OCDE fait remarquer que les données du Japon sont probablement surestimées. On ne dispose d'aucune donnée pour le Royaume-Uni.

La seconde grande mesure de l'aptitude du Canada à inventer et à exploiter ses inventions consiste à établir le pourcentage de la main-d'oeuvre qui détient une maîtrise ou un doctorat. Entre les deux périodes de recensement de 1971 et 1981, il y a eu une augmentation substantielle des détenteurs de diplôme de niveau supérieur (c.-à-d. de personnel hautement qualifié) dans toutes les professions : de 161 000 en 1971 à 303 000 en 1981. En 1981, environ 2,5 % de la main-d'oeuvre canadienne détenait une maîtrise ou un doctorat comparativement à 1,8 % in 1971.

Parmi tous les détenteurs de maîtrises et de doctorats, voici les secteurs qui ont enregistré des baisses entre 1971 et 1981 : médecine et santé (–10 %); professeurs d'université (–3,1 %); sciences physiques (–1 %); et sciences naturelles (–2 %). Voici les professions qui ont enregistré une augmentation au cours de cette décennie : architectes et ingénieurs (2,1 %); gestionnaires et administrateurs (2 ); sciences sociales, travail social, droit et religion et d'autres professions d'enseignement (1,5 %). Les mathématiciens et analystes de systèmes n'ont connu qu'une augmentation de 0,5 % par rapport à l'ensemble des travailleurs détenant une maîtrise et un doctorat.

TABLEAU 10
**Recensement 1971-1981**
**Main-d'oeuvre expérimentée de 15 ans et plus selon le diplôme le plus important obtenu**

| Profession | Total Tous les niveaux d'éducation | | Maîtrise et doctorat | | Pourcentage du total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1971 | 1981 | 1971 | 1981 | 1971 | 1981 |
| | (milliers) | | | | (pourcentage) | |
| Gestionnaires et administrateurs et professions connexes | 372,2 | 814,0 | 23,5 | 53,3 | 6,3 | 6,5 |
| Sciences physiquess | 34,3 | 40,5 | 5,3 | 6,9 | 15,3 | 17,1 |
| Sciences naturelles | 19,1 | 28,3 | 3,1 | 5,2 | 16,4 | 18,2 |
| Architectes et ingénieurs | 154,5 | 266,4 | 7,9 | 20,7 | 5,1 | 7,8 |
| Mathématiques et analystes de système | 26,2 | 67,7 | 2,0 | 5,2 | 7,7 | 7,7 |
| Sciences sociales, travail social, droits et religions | 102,6 | 220,9 | 16,6 | 35,7 | 16,2 | 16,1 |
| Professeurs d'université | 23,5 | 33,6 | 19,6 | 27,6 | 83,7 | 82,1 |
| Autres professions de l'enseignement | 325,8 | 455,6 | 20,6 | 43,4 | 6,3 | 9,5 |
| Médecine et santé** | 326,6 | 519,2 | 50,0 | 64,9 | 12,3 | 12,5 |
| Toutes les autres professions | 7 428,5 | 9 820,8 | 22,3 | 40,4 | 0,3 | 0,4 |
| Toutes les professions | 8 813,3 | 12 267,1 | 161,0 | 303,4 | 1,8 | 2,5 |

** Y compris les premiers diplômes professionnels (médecine, art dentaire, médecine vétérinaire, etc.), les maîtrises et les doctorats.

*Source :* Statistique Canada, recensement de 1979-1981 (numéro spécial).

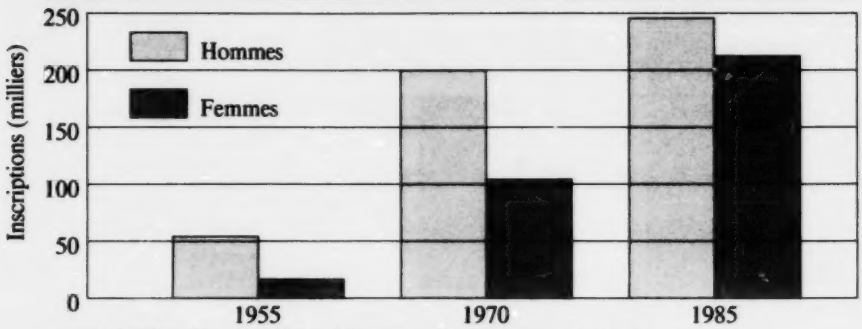
## 2. Effectif et type de personnel hautement qualifié formé par les universités canadiennes

### a) Tendance de l'effectif

Le rôle d'enseignement et de formation des universités est lié, de manière très complexe, à son rôle de recherche. La fonction d'enseignement des universités a été caractérisée par des programmes sans cesse plus spécialisés et diversifiés par suite de l'évolution des domaines scientifiques, par un travail qui devient de plus en plus professionnel et par les exigences qu'entraine le recrutement d'étudiants. Bien que le rôle d'enseignement soit accompli principalement au niveau du premier cycle, l'enseignement qui se donne au niveau des cycles supérieurs est d'importance primordiale pour la formation de chercheurs et de personnel hautement qualifié pour le pays.

Le Canada se place seulement au deuxième rang après les Etats-Unis pour ce qui est de la proportion des étudiants dans la catégorie d'âge de 18 à 24 ans au niveau universitaire (13,5 % par comparaison à 18,5 % pour les Etats-Unis). En 1985, les inscriptions à plein temps dans les universités ont augmenté de manière très sensible, par rapport à 1955, à plus d'un demi-million; de nos jours près de la moitié des étudiants inscrits aux universités sont des femmes.

TABLEAU 11
**Inscriptions à plein temps dans les universités, selon le sexe 1955, 1970 et 1985**




*Source :* Statistique Canada, Division de l'éducation, de la culture et du tourisme.

La répartition des inscriptions universitaires par domaine d'étude est illustrée dans le tableau 12. Les inscriptions en sciences naturelles et génie n'ont pas augmenté sensiblement par rapport aux inscriptions totales — 31,9 % en 1984-1985. En génie et en sciences appliquées, le taux de croissance est encore moins élevé (9,7 % en 1970-1971, comparativement à 10,6 % en 1984-1985). Par contraste, la proportion des inscriptions en sciences sociales et humaines est passée à 46 % à plus de 52 %.

En chiffres absolus, les inscriptions en sciences naturelles et génie ont augmenté de 61 % au cours de la période de 1970 à 1985, comparativement à 67 % pour ce qui est des sciences sociales et des sciences humaines.

TABLEAU 12
**Inscriptions universitaires à plein temps[1] selon le domaine d'étude au Canada**

| | 1970-1 | 1975-6 | 1980-1 | 1984-5 |
|---|---|---|---|---|
| **Sciences naturelles et génie** | **84 317** | **93 963** | **106 982** | **135 700** |
| (1970 = 100) | (100) | (111) | (127) | (161) |
| % | 28,8 | 27,6 | 30,3 | 31,9 |
| Génie et sciences appliquées | 28 395 | 31 727 | 39 235 | 44 976 |
| | (100) | (112) | (138) | (158) |
| % | 9,7 | 9,3 | 11,1 | 10,6 |
| Mathématiques et physique | 20 471 | 17 226 | 22 406 | 36 331 |
| | (100) | (84) | (109) | (177) |
| % | 7,0 | 5,0 | 6,3 | 8,5 |
| Agriculture et biologie | 19 529 | 23 791 | 22 059 | 28 198 |
| | (100) | (122) | (113) | (144) |
| % | 6,7 | 7,0 | 6,2 | 6,6 |
| Professions de la santé | 15 922 | 21 219 | 23 287 | 26 195 |
| | (100) | (133) | (146) | (164) |
| % | 5,4 | 6,2 | 6,6 | 6,2 |
| **Sciences sociales et sciences humaines** | **133 703** | **166 682** | **181 880** | **223 455** |
| (1970 = 100) | (100) | (125) | (136) | (167) |
| % | 45,7 | 48,9 | 51,5 | 52,5 |
| Education | 35 479 | 44 942 | 38 076 | 42 853 |
| | (100) | (127) | (107) | (121) |
| % | 12,1 | 13,2 | 10,8 | 10,1 |
| Sciences humaines[2] | 37 901 | 39 882 | 41 268 | 51 371 |
| | (100) | (105) | (109) | (136) |
| % | 13,0 | 11,7 | 11,7 | 12,1 |
| Sciences sociales | 60 323 | 81 858 | 102 536 | 129 231 |
| | (100) | (136) | (170) | (214) |
| % | 20.6 | 24.0 | 29.0 | 30.4 |
| Non classés | 74 328 | 80 187 | 64 359 | 66 135 |
| % | 25,4 | 23,5 | 18,2 | 15,6 |
| TOTAL | 292 348 | 340 832 | 353 221 | 425 290 |
| | (100) | (117) | (121) | (145) |

1 Les inscriptions dans les cours ne menant pas à un diplôme universitaire sont exclus
2 Y compris les beaux-arts et les arts appliqués

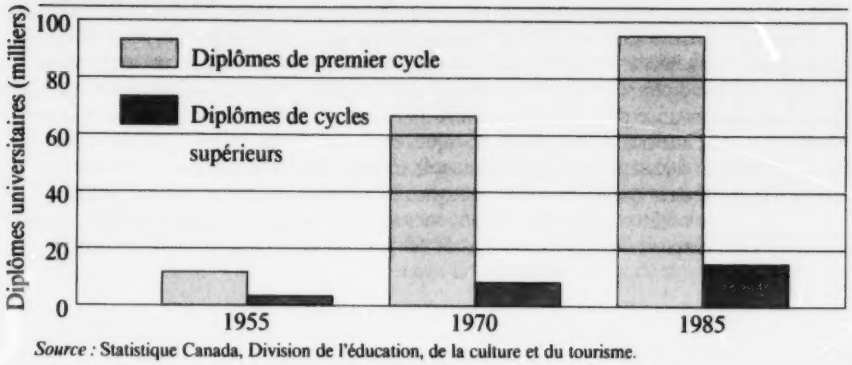
*Source :* Compilation des données inédites et de données de Statistique Canada sur les inscriptions et les diplômes universitaires, décembre 1985-86.

**b) Tendances concernant les diplômes décernés**

En 1985, les universités canadiennes ont décerné quelque 97 000 diplômes de premier cycle et 17 000 diplômes de cycles supérieurs.

La proportion des diplômes de cycles supérieurs par rapport à l'ensemble des diplômes décernés est pratiquement inchangée en 1985 comparativement à 1970 : ces proportions s'établissent à 15 et 14 % respectivement. Toutefois, l'augmentation du nombre des diplômes de cycles supérieurs décernés, qui est de 54 % pour la période de 1970 à 1985, est plus grande que l'augmentation de 48 % des diplômes de premier cycle pour la même période.

TABLEAU 13
**Nombre des diplômes universitaires décernés 1955, 1970 et 1985**

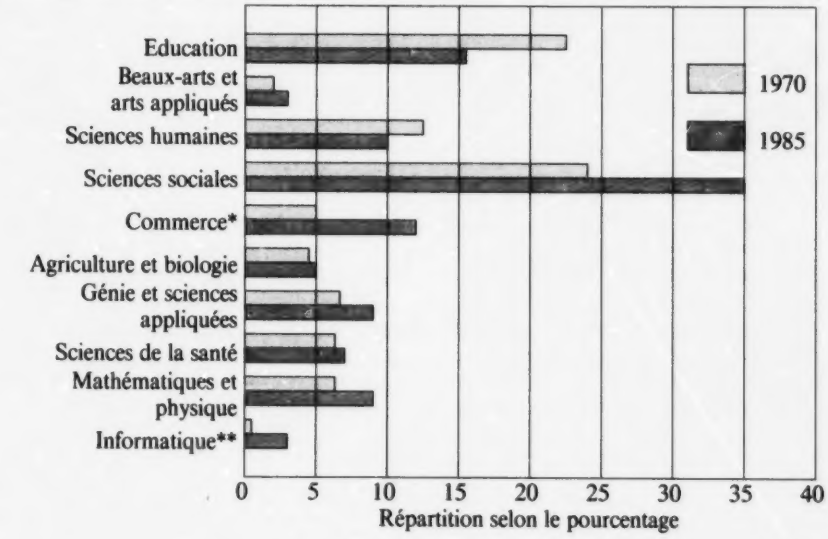



*Source :* Statistique Canada, Division de l'éducation, de la culture et du tourisme.

**Diplômes de premier cycle décernés**

Au niveau du premier cycle, environ 70 % des diplômes sont décernés en sciences sociales, sciences humaines, éducation, beaux-arts et arts appliqués : l'éducation et les sciences humaines perdent du terrain entre 1970 et 1985. La part des diplômes de premier cycle décernés en sciences naturelles et génie a gagné peu de terrain : en mathématiques et physique, par exemple, la proportion des diplômes décernés en sciences de l'informatique est passée de moins de 1 % en 1970 à 3 % en 1985, tandis que la proportion des diplômes de premier cycle en génie et sciences appliquées est passée de 7 à 9 %.

TABLEAU 14
**Diplômes de premier cycle par domaine d'étude, 1970 et 1985**




* Le commerce est un domaine qui fait partie des sciences sociales.
** L'informatique est un domaine qui fait partie des mathématiques et de la physique.

*Source :* Statistique Canada, Division de l'éducation, et la culture et du tourisme.

**Diplômes de cycles supérieurs décernés**

Au niveau des cycles supérieurs, moins d'un tiers (30 %) de tous les diplômes ont été décernés en 1984 en sciences naturelles et génie comparativement à 37 % en 1970 et 27 % pour les années 1975 et 1980. Les parts de tous les sous-domaines des sciences naturelles et du génie, à l'exception des sciences de la santé, ont diminué par rapport au nombre total de diplômes de cycles supérieurs décernés au cours de cette période. La part dont la croissance proportionnelle entre 1970 et 1984 a été la plus petite en termes absolus est celle attribuable aux mathématiques et sciences appliquées. A titre comparatif, les taux de croissance absolue en sciences sociales et en sciences humaines ont été deux fois plus grands que les taux de croissance en sciences naturelles et génie; les parts des diplômes de cycles supérieurs décernés en sciences sociales et en sciences humaines en 1984, qui représentaient un peu moins de 63 % en 1970, sont passées au deux tiers en 1984 (68 %).

TABLEAU 15
**Diplômes de cycle supérieur décernés par domaine d'étude au Canada**

| | 1970 | 1975 | 1980 | 1984 |
|---|---|---|---|---|
| **Sciences naturelles et génie** | **3 360** | **3 559** | **3 869** | **5 153** |
| (1970 = 100) | (100) | (98) | (107) | (142) |
| % | 37,1 | 27,6 | 27,3 | 30,0 |
| Génie et sciences appliquées | 1 185 | 1 190 | 1 300 | 1 888 |
| | (100) | (100) | (110) | (159) |
| % | 12,1 | 9,2 | 9,2 | 11,0 |
| Mathématiques et physique | 1 326 | 1 235 | 1 101 | 1 415 |
| | (100) | (93) | (83) | (107) |
| % | 13,5 | 9,6 | 7,8 | 8,2 |
| Agriculture et biologie | 745 | 709 | 827 | 949 |
| | (100) | (95) | (111) | (127) |
| % | 7,6 | 5,5 | 5,8 | 5,5 |
| Sciences de la santé | 374 | 425 | 641 | 901 |
| | (100) | (114) | (171) | (241) |
| % | 3,8 | 3,3 | 4,5 | 5,2 |
| **Sciences sociales et sciences humaines** | **6 156** | **9 299** | **10 289** | **11 691** |
| (1970 = 100) | (100) | **(151)** | (167) | (190) |
| % | 62,8 | **72,0** | 72,6 | 68,0 |
| Education | 1 341 | **2 333** | 3 031 | 3 133 |
| | (100) | **(174)** | (226) | (234) |
| % | 13,7 | **18,1** | 21,4 | 18,2 |
| Sciences humaines[1] | 1 931 | **2 551** | 2 239 | 2 264 |
| | (100) | **(132)** | (116) | (117) |
| % | 19,7 | **19,8** | 15,8 | 13,2 |
| Sciences sociales | 2 884 | **4 415** | 5 019 | 6 294 |
| | (100) | **(153)** | (174) | (217) |
| % | 29,4 | **34,2** | 35,4 | 36,6 |
| TOTAL[2] | 9 796 | **12 908** | 14 170 | 17 194 |
| | (100) | **(132)** | (145) | (176) |

1 Y compris les beaux-arts et les arts appliqués
2 Ce total inclut les diplômes non classés

*Source :* Statistique Canada.

Comme complément d'information aux données précitées concernant les inscriptions et les diplômes décernés, il convient de noter que le nombre d'étudiants universitaires venant de l'étranger était de quelque 27 000 en 1985, après être passé de 16 000 en 1973 à un sommet d'environ 35 000 en 1983. A part les bienfaits reconnus pour le Canada de la présence des étudiants étrangers, il importe de souligner que ceux-ci représentent un nombre important des diplômes décernés dans certains domaines. D'ordinaire, ces étudiants étrangers ne se joignent pas à la main-d'oeuvre canadienne après avoir reçu leurs diplômes.

Au cours de la période 1980-1985, les étudiants étrangers ont décroché environ 20 % des maîtrises et doctorats, soit 17 et 29 % respectivement. Les diplômes décernés à des étudiants étrangers étaient plus nombreux au niveau du doctorat en génie et sciences appliquées (40 %) et en informatique et mathématiques (35 %) et moins élevés en sciences de la santé (9 % et 15 % aux niveaux de la maîtrise et du doctorat respectivement).

TABLEAU 16
**Maîtrises et doctorats décernés (1980-1985) par domaine d'étude choisi**
**Etudiants étrangers et canadiens (incluant les immigrants)**

| Domaine d'étude | Maîtrise | | (%) | Doctorats | | (%) | Total | | (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Can. | Etran. | Etran. | Can. | Etran. | Etran. | Can. | Etran. | Etran. |
| Agriculture/Biologie | 3347 | 505 | (13) | 1068 | 314 | (33) | 4415 | 819 | (16) |
| Génie/sciences appliquées | 6208 | 1586 | (20) | 759 | 515 | (40) | 6967 | 210 | (33) |
| Professions relatives à la santé | 3293 | 316 | ( 9) | 786 | 140 | (15) | 4079 | 456 | (10) |
| Informatique et mathématique | 1736 | 451 | (20) | 294 | 155 | (35) | 2030 | 606 | (33) |
| Physique sciences | 2260 | 603 | (21) | 1140 | 503 | (30) | 3400 | 1106 | (25) |
| Total | 16848 | 3461 | (17) | 4047 | 1627 | (29) | 20891 | 5088 | (20) |

*Source :* Ministère d'Etat chargé des Sciences et de la Technologie d'après les statistiques sur les inscriptions et les diplômes décernés de Statistique Canada, numéro spécial.

**c) Les femmes en sciences naturelles et en génie**

Les femmes sont bien représentées au niveau du premier cycle dans les universités canadiennes, car elles représentent maintenant près de 52 % des inscriptions comparativement à 43 % en 1972-1973. Toutefois, elles sont surreprésentées dans certains domaines d'études tels que l'éducation (68 %), l'anglais (71 %) et les sciences infirmières (96 %) tandis qu'elles sont sous-représentées en génie et en sciences appliquées (12 %), sciences informatiques (23 %) et physique (14 %).

Au niveau des cycles supérieurs, les femmes représentent environ 45 % des inscriptions à la maîtrise et 34 % des inscriptions au doctorat comparativement à 27 et 19 % respectivement pour l'année 1972-1973. Encore une fois, les femmes sont surreprésentées dans les domaines traditionnels au niveau des cycles supérieurs et sousreprésentées par exemple, en génie électrique (moins de 6 et de 3 % aux niveaux de la maîtrise et du doctorat respectivement) et en sciences informatiques (20 % au niveau de la maîtrise et 12 % au niveau du doctorat).

TABLEAU 17

**Pourcentages de femmes inscrites à plein temps et à temps partiel à des programmes universitaires menant à des diplômes selon le domaine d'étude**

| | Pourcentage du nombre de femmes | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Premier diplôme professionnel | | | | | |
| | Baccalauréat | | Maîtrise | | Doctorat | |
| Domaine d'étude | 1972-1973 | 1985-1986 | 1972-1973 | 1985-1986 | 1972-1973 | 1985-1986 |
| Education | 59,7 | 68,0 | 32,4 | 62,3 | 25,5 | 51,7 |
| Sciences humaines et sciences connexes | 51,4 | 62,1 | 41,0 | 56,4 | 32,6 | 43,9 |
| Anglais | 61,9 | 71,3 | 49,8 | 66,6 | 42,7 | 57,4 |
| Sciences sociales et sciences connexes | 30,3 | 51,1 | 21,5 | 40,8 | 22,9 | 42,1 |
| Affaires et commerce | 12,5 | 43,9 | 4,8 | 29,3 | 0,0 | 30,9 |
| Agriculture et sciences de la biologie | 42,9 | 57,3 | 27,3 | 44,7 | 14,7 | 30,1 |
| Biologie | 33,1 | 51,4 | 28,9 | 43,1 | 15,7 | 33,1 |
| Génie et sciences appliquées | 2,7 | 12,4 | 2,7 | 11,5 | 2,6 | 7,2 |
| Architecture | 12,3 | 31,5 | 7,7 | 30,0 | — | 21,1 |
| Génie chimique | 4,1 | 25,2 | 3,4 | 18,0 | 4,2 | 10,5 |
| Génie civil | 1,4 | 12,0 | 2,6 | 11,0 | 1,7 | 3,5 |
| Génie électrique | 1,0 | 6,9 | 1,9 | 5,8 | 2,2 | 2,8 |
| Génie mécanique | 0,9 | 6,9 | 1,6 | 6,7 | 2,7 | 6,5 |
| Sciences de la santé et occupations du même ordre | 52,6 | 69,3 | 43,5 | 64,3 | 20,7 | 38,1 |
| Sciences médicales | 22,9 | 42,5 | 29,9 | 49,8 | 20,3 | 35,9 |
| Sciences infirmières | 97,9 | 96,1 | 93,2 | 96,8 | 100,0 | 100,0 |
| Pharmacologie | 53,7 | 66,9 | 27,1 | 42,0 | 24,3 | 18,3 |
| Mathématiques et physique Sciences | 21,6 | 27,3 | 14,9 | 23,0 | 6,9 | 15,6 |
| Sciences informatiques | 20,2 | 23,3 | 13,6 | 20,5 | 5,3 | 12,2 |
| Mathématiques | 30,5 | 35,4 | 21,2 | 24,6 | 8,4 | 17,9 |
| Chimie | 20,4 | 34,4 | 19,4 | 33,2 | 8,9 | 20,2 |
| Géologie et sciences connexes | 8,3 | 21,2 | 11,0 | 26,7 | 3,6 | 17,9 |
| Physique | 8,3 | 14,0 | 7,2 | 11,4 | 4,4 | 6,9 |
| TOTAL | 42,6 | 51,8 | 26,7 | 44,6 | 19,5 | 34,0 |

*Source :* Statistique Canada.

Dans l'ensemble, le nombre des diplômes décernés aux femmes a augmenté en proportion des gains connus au chapitre des inscriptions totales depuis 1970. En 1985, les femmes recevaient quelque 52 % des baccalauréats et autres premiers diplômes professionnels, 42 % des maîtrises et environ 26 % des doctorats. Toutefois, celles-ci continuaient d'être surreprésentées, en fonction de ces moyennes, en éducation, en sciences humaines et en sciences de la santé, particulièrement au niveau du baccalauréat, des premiers diplômes professionnels et de la maîtrise. Malgré un important progrès accompli depuis 1970, les femmes sont encore sousreprésentées en affaires et commerce, en génie et sciences naturelles, représentant, par exemple, environ 4 % des diplômes et doctorat en génie mécanique, moins de 4 % des diplômes de maîtrise en génie électrique et 8 % des doctorats en physique.

TABLEAU 18
**Proportions des diplômes universitaires décernés à des femmes en 1970 et 1985, d'après les spécialisations choisies**

| | Pourcentage de femmes | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Premier diplôme professionnel | | | | | |
| | Baccalauréat | | Maîtrise | | Doctorat | |
| Spécialisation | 1970 | 1985 | 1970 | 1985 | 1970 | 1985 |
| Education | 52,5 | 71,3 | 24,0 | 58,1 | 20,5 | 38,3 |
| Sciences humaines et disciplines connexes | 47,0 | 61,1 | 35,6 | 56,2 | 25,5 | 41,7 |
| Anglais | 60,4 | 73,2 | 43,2 | 58,3 | 42,0 | 55,2 |
| Sciences sociales et disciplines connexes | 26,8 | 49,9 | 21,2 | 38,7 | 15,8 | 32,8 |
| Affaires et commerce | 6,7 | 40,9 | 1,7 | 27,7 | — | 19,4 |
| Agriculture et sciences biologiques | 38,9 | 56,0 | 19,3 | 38,5 | 8,5 | 24,7 |
| Génie et sciences appliquées | 1,6 | 11,6 | 1,9 | 10,5 | 0,0 | 6,5 |
| Génie chimique | 1,9 | 21,2 | 4,1 | 21,0 | 0,0 | 14,8 |
| Génie civil | 0,8 | 11,4 | 0,9 | 10,7 | 0,0 | 4,1 |
| Génie électrique | 1,1 | 5,7 | 1,8 | 3,6 | 0,0 | 5,2 |
| Génie mécanique | 0,5 | 5,5 | 0,7 | 5,4 | 0,0 | 4,3 |
| Professions relatives à la santé | 51,4 | 65,6 | 34,1 | 61,0 | 9,2 | 26,1 |
| Sciences médicales | 10,7 | 40,1 | 23,2 | 41,7 | 6,4 | 29,5 |
| Sciences infirmières | 97,3 | 96,1 | 96,4 | 96,6 | — | — |
| Pharmacie | 43,8 | 63,7 | 28,6 | 43,3 | 0,0 | 0,0 |
| Mathématiques et sciences physiques | 17,5 | 29,3 | 7,6 | 21,8 | 3,6 | 17,6 |
| Informatique | 19,6 | 27,1 | 6,3 | 18,9 | 0,0 | 15,2 |
| Mathématiques | 24,6 | 37,8 | 9,4 | 31,5 | 10,9 | 32,6 |
| Chimie | 15,6 | 35,8 | 12,7 | 31,3 | 2,4 | 21,7 |
| Géologie et disciplines connexes | 4,3 | 21,2 | 2,4 | 22,3 | 0,0 | 15,1 |
| Physique | 7,7 | 15,5 | 4,0 | 6,6 | 4,1 | 8,0 |
| TOTAL | 38,4 | 51,9 | 21,5 | 42,0 | 9,3 | 26,4 |

*Source :* Statistique Canada.

## 3. Immigration et émigration de personnel hautement qualifié

Les immigrants au Canada ont constitué une importante source de personnel hautement qualifié, ce qui reflète quelques facteurs, notamment : notre passé de politiques d'immigration relativement accueillantes, l'attrait du Canada pour des raisons économiques et de qualité de vie, et, en réponse à la demande sur le marché du travail de personnel hautement qualifié que ne pourraient satisfaire les sources nationales d'offre que sont principalement nos universités.

L'immigration a été une source importante de personnel hautement qualifié pour le Canada au cours de la période 1980-1985 car elle en a fourni un nombre équivalent à la moitié des diplômés universitaires : plus de 10 000 immigrants reçus sont arrivés au Canada munis de maîtrises ou de doctorats et près de 21 000 diplômes ont été décernés par nos universités (voir tableau 16).

TABLEAU 19
**Immigration : Immigrants reçus par profession envisagée, détenant des maîtrises et des doctorats, de 1980 à 1985**

| Professions envisagées | Maîtrise | Doctorat | Total |
|---|---|---|---|
| Gestionnaires | 1314 | 279 | 1593 |
| Sciences physiques | 411 | 536 | 947 |
| Sciences de la vie | 206 | 382 | 588 |
| Architectes et ingénieurs | 1388 | 510 | 1898 |
| Mathématiques, analystes de systèmes | 623 | 145 | 768 |
| Sciences sociales et disciplines connexes (sauf Religion) | 507 | 225 | 732 |
| Professeurs d'université | 348 | 942 | 1290 |
| Autres professions d'enseignement | 737 | 400 | 1137 |
| Médecine et santé | 848 | 707 | 1555 |
| TOTAL | 6382 | 4126 | 10508 |

*Source :* Emploi et Immigration Canada, statistiques sur l'immigration, numéro spécial.

On ne dispose pas de données exhaustives indiquant quelle proportion de la main-d'oeuvre, comprenant plus de 300 000 professionnels hautement qualifiés, est d'origine immigrante. Toutefois, parmi les professeurs d'université, qui constituent plus de 10 % du total du personnel hautement qualifié au Canada, environ 23 % sont des citoyens d'autres pays.

TABLEAU 20
**Professeurs d'université enseignant à temps plein au Canada, 1981-1982**

| Pays de Citoyenneté | Nombre | Pourcentage |
|---|---|---|
| Canada | 25 791 | 76,8 |
| Etats-Unis | 3 875 | 11,5 |
| Royaume-Uni | 1 470 | 4,4 |
| Autres pays du Commonwealth | 632 | 1,9 |
| Belgique et France | 420 | 1,3 |
| Autres pays d'Europe | 577 | 1,7 |
| Autres pays | 488 | 1,5 |
| Non signalé | 347 | 1,0 |
| Total | 33 600 | 100,0 |

*Source :* Statistique Canada, *Teachers in Universities* (Cat. 81-241).

Dans un rapport inédit, le Conseil des sciences du Canada a étudié des immigrants reçus au Canada sur une période de 30 ans, notamment de 1956 à 1985. Le Conseil a centré son étude sur les professions à forte concentration de recherche. Durant cette période de 30 ans, quelques 267 000 immigrants sont venus au Canada oeuvrer dans ces professions. Plus de la moitié du total est venue durant la décennie allant de 1966 à 1975.

En vue de chiffrer un peu le gain net du Canada dans ces professions, après avoir tenu compte de la migration en provenance de ce pays, le Conseil des sciences s'est servi de données des Etats-Unis — qui est la destination favorite des Canadiens oeuvrant dans des professions à forte concentration de recherche. Durant la période de 30 ans, le volume d'immigration au Canada, de tous les pays, a dépassé celui de l'émigration vers les Etats-Unis, dans un pourcentage qui se situe annuellement entre 100 et 1 300 : au total, le Canada a réalisé quantitativement un gain dans un rapport d'environ 5 pour 1.

Outre les enseignants et les techniciens, la majorité des immigrants au Canada oeuvre dans le génie, les sciences naturelles, l'informatique et des spécialités connexes. Quant à l'émigration du Canada vers les Etats-Unis, les ingénieurs ont prédominé. Durant la première décennie de la période de 30 ans, presque tous les groupes professionnels ont réalisé des gains, tant dans les flux d'immigrants que d'émigrants, et ont connu des baisses sensibles dans la dernière décennie de cette même période. Les exceptions sont les spécialistes en sciences exactes, dont l'immigration est demeurée à un niveau stable durant les trois décennies, ainsi que les informaticiens, les statisticiens et les mathématiciens dont les flux d'immigration et d'émigration ont affiché des taux de croissance sans cesse importante.

TABLEAU 21
**Immigrants au Canada[1] et Canadiens émigrant aux Etats-Unis[2] qui oeuvrent dans des professions à forte concentration de recherche 1956-1985**

| | 1956-1965 | | 1966-1975 | | 1976-1985 | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profession | Immigrants au Canada | Emigrants aux E.-U. | Immigrants au Canada | Emigrants aux E.-U. | Immigrants au Canada | Emigrants aux E.-U. | Immigrants au Canada | Emigrants aux E.-U. |
| Enseignants | 17 858 | 5 875 | 51 909 | 5 780 | 15 923 | 2 257 | 85 690 | 13 912 |
| Techniciens | 15 284 | 4 490 | 41 296 | 3 058 | 10 143 | 1 921 | 66 723 | 9 469 |
| Ingénieurs | 13 747 | 9 298 | 24 232 | 6 791 | 12 530 | 3 089 | 50 509 | 19 178 |
| Spécialistes des sciences naturelles | 1 188 | 954 | 9 208 | 963 | 5 599 | 998 | 15 995 | 2 915 |
| Informaticiens, statisticiens et mathématiciens | 126 | nil | 5 283 | 51 | 6 663 | 633 | 12 072 | 684 |
| Chimistes | 2 582 | 1 081 | 4 392 | 1 011 | 1 116 | 251 | 8 090 | 2 343 |
| Spécialistes en sciences sociales | 216 | 382 | 3 025 | 521 | 2 125 | 419 | 5 366 | 1 322 |
| Travailleurs sociaux (N.C.A.)* | 15 989 | 2 268 | 6 920 | 1 393 | nil | 121 | 22 909 | 3 782 |
| TOTAL | 66 990 | 24 348 | 146 265 | 19 568 | 54 099 | 9 689 | 267 354 | 53 605 |

* Non classifié ailleurs

*Sources :*
1. Canada, Emploi et immigration (Statistiques annuelles sur l'immigration de 1956 à 1984 et données non publiées).
2. Etats-Unis, Department of Justice. Immigration and Naturalization Service (données non publiées).

## 4. Quelques observations sur les déséquilibres entre l'offre et la demande

D'après les données disponibles, à différentes périodes durant les récentes décennies, le Canada a connu des moments de pénurie et d'excédents de personnel hautement qualifié. Parfois, ces déséquilibres ont été reliés directement à la conjoncture économique et aux cycles économiques, aux facteurs démographiques et aux changements apportés aux politiques gouvernementales; les deux derniers éléments influant, par exemple, sur les professions d'enseignement et de prestation de soins médicaux. Il ressort également que ces déséquilibres peuvent à un moment précis de leur durée, être rattachés à une ou à plusieurs professions connexes; par exemple les pénuries d'ingénieurs dans l'Ouest du Canada durant la période de prospérité des industries du pétrole et du gaz, au milieu des années 70. Un deuxième exemple : la très forte demande d'enseignants dans les années 60 et au début des années 70, qui a fait suite aux répercussions de l'explosion démographique sur le système éducatif.

Il est généralement admis que les prévisions antérieures de ces déséquilibres ont souvent été fort inexactes — comme le furent les prévisions antérieures des inscriptions aux universités. Même dans les secteurs non influencés par les forces du marché, comme l'enseignement et la santé, les capacités antérieures de faire des prévisions exactes sont bien connues. Pour les professions soumises à l'influence du marché, notamment le génie et l'informatique, il est même plus difficile de faire des prévisions.

Récemment, plusieurs organismes[1] ont de nouveau tenté de déterminer l'offre et la demande future de personnel hautement qualifié.

Même si ces récentes prévisions sont utiles, leurs auteurs ont eux-mêmes reconnu les limites de leurs travaux. Par exemple, les hypothèses utilisées, qui exercent toutes une profonde influence sur les prévisions, incluent des facteurs tels que les taux d'attrition; les taux de participation de la main-d'oeuvre et des gens qui fréquentent l'université, surtout la contribution féminine; la migration dans les deux sens; l'évolution des salaires et de la productivité; la nature changeante des professions et de l'industrie; les choix de carrière des individus; les investissements en capital des entreprises et du gouvernement (y compris dans la R-D).

Lorsqu'on fait des prévisions à propos du personnel hautement qualifié, on est confronté à une autre difficulté causée par la nature relativement restreinte et hautement spécialisée de cette catégorie de la main-d'oeuvre : 300 000 ou moins de 3 % de toute la main-d'oeuvre. Au niveau des groupes professionnels précis, par exemple, on compte : moins de 1 000 physiciens détenteurs de maîtrise ou de doctorat au Canada, environ 300 ingénieurs d'aérospatiale; moins de 700 ingénieurs pétroliers et, quelque 1 000 mathématiciens, statisticiens et actuaires (données du recensement de 1981). Les pénuries d'offre par rapport à la demande peuvent causer de sérieux goulots d'étranglement, étant donné la durée d'apprentissage nécessaire et le caractère de ces professions. En outre, ces dernières étant souvent à la fine pointe du savoir et de la technologie, une offre accrue de spécialistes engendre très souvent une demande accrue, à mesure que la technologie et les personnes concernées créent de nouvelles entreprises, comme dans la biotechnologie.

Comme l'ont indiqué les données figurant plus haut dans le présent document, il est évident que l'offre antérieure de personnel hautement qualifié provenant de nos universités n'a pas suffi pour répondre à la demande de tels spécialistes au Canada. L'immigration, comme le démontre également ces mêmes données, a servi de soupape de sécurité au marché.

Durant les années 60 et au début des années 70, les universités canadiennes ainsi que les autres composantes du système éducatif se sont agrandies très rapidement pour répondre au grand nombre d'inscriptions d'étudiants. Certains observateurs de cette décennie ont même ajouté que la politique gouvernementale et les énormes dépenses connexes étaient aussi basées sur la notion que l'enseignement était un investissement sage, aux plans économique, social et culturel.

Sur le plan économique, l'hypothèse de l'investissement sage semble être étayée par le fait historique que les taux de chômage chez le personnel hautement qualifié ont généralement été moins que la moitié du taux de chômage recensé pour l'ensemble de la main-d'oeuvre. De surcroît, ces taux de chômage relativement faibles, (qui, après avoir fait la part du chômage frictionnel, par ex. les périodes de chômage entre deux emplois) se rapprochent de ce qui passe ordinairement pour le plein emploi. Egalement important est le fait que les faibles taux de chômage de personnel hautement qualifé se maintiennent du début à la fin de différents cycles économiques.

---

1. Les documents de planification quinquennale des trois conseils subventionnaires :
   - Plan quinquennal du financement de la recherche en sciences humaines
   - Préparer la voie vers les années 1990: le deuxième plan quinquennal du CRSNG
   - Conseil de recherches médicales, document de travail, projet de plan quinquennal

TABLEAU 22
**Recensement 1971-1981**
**Taux comparatifs de chômage pour chaque profession (pour cent)**

| Profession | Total années d'études | | Maîtrises et doctorats | |
|---|---|---|---|---|
| | 1971 | 1981 | 1971 | 1981 |
| Gestionnaires et administrateurs et professions connexes | 1,52 | 2,64 | 0,68 | 1,51 |
| Sciences physiques | 4,37 | 4,51 | 1,62 | 1,58 |
| Sciences biologiques | 3,38 | 5,93 | 1,44 | 2,23 |
| Architectes et ingénieurs | 3,52 | 3,66 | 2,27 | 1,76 |
| Mathématiques et analyse des systèmes | 2,11 | 2,74 | 3,23 | 1,91 |
| Sciences soc., trav. soc., droit et Religion | 3,95 | 7,28 | 1,69 | 2,73 |
| Enseignants universitaires | 3,09 | 5,96 | 2,32 | 3,72 |
| Autres prof. d'enseignement | 1,72 | 4,07 | 0,99 | 3,20 |
| Personnel médical** | 2,44 | 4,03 | 2,77 | 0,98 |
| Toutes autres professions | 8,94 | 11,54 | 5,44 | 9,68 |
| Toutes professions | 7,90 | 10,01 | 2,61 | 3,11 |

** Inclut les premiers diplômes professionnels (médecine, art dentaire, médecine vétérinaire, etc.) les maîtrises et doctorats.

*Source :* Statistique Canada, Recensement 1971-1981 (numéro spécial).

Les changements dans la nature des professions et de l'industrie sont plus rapides en raison des nouveaux domaines de spécialisation, des nouvelles technologies et de la concurrence qui s'intensifie sur le marché international. Les défis d'ordre social et culturel ainsi que les débouchés liés à ces changements et à d'autres changements comporteront de plus en plus d'exigences pour les Canadiens, et cela continuera à l'avenir. Par conséquent, même s'il est difficile de prévoir avec exactitude la demande et l'offre futures, il faudrait, au moins, en arriver à un certain degré de consensus et de compréhension en ce qui a trait aux besoins futurs de personnel hautement qualifié au Canada.

Les plus récentes projections sont celles du Conseil économique du Canada qui a établi les trois scénarios suivants sur l'emploi pour la période allant jusqu'à 1995 :

A = extrapolation
B = déplacement sans réembauche
C = déplacement avec réembauche

Les projections du Conseil économique sur l'emploi des « professionnels » jusqu'en 1995, se rapportant à 1981, selon le scénario « C » indiquent une augmentation de plus de 200 % en mathématiques, en statistiques et en analyse de systèmes. Viennent ensuite le droit (62 %), le travail social (57 %) et les sciences sociales (40 %). Des taux de croissance de 30 à 39 % sont prévus pour les enseignants de l'élémentaire et du secondaire, les sciences infirmières, la bibliothéconomie et les sciences sociales connexes. Des taux de croissance de 20 à 29 % sont prévus dans l'enseignement universitaire, l'architecture et le génie, les sciences physiques et biologiques et dans les professions liées à la gestion. Les professions qui devraient afficher une croissance de moins de 20 % de l'emploi jusqu'en 1995 selon le scénario « C » du Conseil économique incluent : les gestionnaires et administrateurs (10 %), et le personnel spécialisé dans le diagnostic et le traitement des maladies (12 %).

Ces taux de croissance pour certaines occupations professionnelles se comparent aux projections d'environ 12% jusqu'en 1995 pour toutes les professions.

**Nota :** Pour une discussion détaillée de la méthodologie et des résultats du Conseil économique, il faudrait mentionner « Innovation and Jobs in Canada ».

TABLEAU 23
**Emploi observé actuel et projeté, selon la profession, Canada, 1981 et 1995**

| | | Trois scénarios | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1981 | 1995A | 1995B | 1995C |
| Professions : | | (milliers) | | |
| Directeurs et administrateurs et Cadres administratifs | 367,3 | 403,5 | 373,9 | 405,9 |
| Travailleurs dans le domaine de la gestion | 181,6 | 222,0 | 203,9 | 221,4 |
| Professionnels | | | | |
| Travailleurs spécialisés en sciences physiques | 25,4 | 27,3 | 27,8 | 30,2 |
| Travailleurs spécialisés en sciences biologiques | 10,5 | 10,9 | 11,0 | 12,0 |
| Architectes et ingénieurs | 109,4 | 122,1 | 124,7 | 135,5 |
| Autres travailleurs en architecture et génie | 94,7 | 108,0 | 0,1 | 0,1 |
| Travailleurs spécialisés en mathématiques, statistiques, analyse des systèmes | 36,8 | 39,9 | 105,3 | 114,3 |
| Travailleurs spécialisés en sciences sociales | 10,7 | 12,8 | 12,9 | 14,0 |
| Travailleurs sociaux et travailleurs des domaines connexes | 14,5 | 20,9 | 21,0 | 22,8 |
| Hommes de loi et travailleurs assimilés | 35,9 | 52,7 | 52,6 | 57,1 |
| Personnel spécialisé des bibliothèques, musées et archives, clergé et autres travailleurs en sciences sociales et domaines connexes | 6,0 | 7,4 | 7,5 | 8,1 |
| Professeurs d'université et personnel assimilé | 3,7 | 4,5 | 4,5 | 4,9 |
| Professeurs d'écoles primaires et secondaires et personnel assimilé | 27,8 | 33,8 | 33,9 | 36,8 |
| Autres enseignants et personnel assimilé | 20,9 | 25,3 | 25,5 | 27,7 |
| Personnel spécialisé dans le diagnostic et le traitement des maladies | 8,3 | 8,3 | 8,4 | 9,1 |
| Personnel spécialisé et auxiliaires des soins infirmiers et thérapeutiques | 34,9 | 42,1 | 42,5 | 46,1 |
| Autres travailleurs en médecine et en santé | 33,1 | 38,2 | 39,0 | 42,3 |

*Source :* « Innovations, emplois, adaptations », p. 56 : un rapport de recherche préparé pour le Conseil économique du Canada, 1987.

# Le transfert de connaissance, de technologies et de savoir-faire : un rôle nouveau des universités

Les fonctions d'enseignement et de recherche sont bien connues, mais la troisième fonction de l'université, qui prend de l'importance, est celle d'agent du progrès qui s'exerce par la diffusion des connaissances, et de la technologie et du savoir-faire à d'autres couches de la société. L'objectif de tels transferts est d'aider à atteindre des buts nationaux et régionaux — économiques notamment. La mesure dans laquelle les universités jouent un rôle dépend : de leur succès en matière de formation de personnel hautement qualifié, de la vigueur de la recherche effectuée, de l'intérêt qu'ont les enseignants et les administrateurs à entamer un ferme dialogue, à constituer un solide système de recherche en collaboration et à prendre d'autres dispositions avec l'industrie, et du désir de l'industrie et des autres secteurs de collaborer avec les universités.

Les universités peuvent exercer une influence considérable sur la diffusion de technologies et ainsi contribuer à l'expansion commerciale nationale et régionale et à la compétitivité des entreprises par divers moyens, comme la recherche à contrat pour le compte d'entreprises. Ces activités se sont intensifiées depuis quelques années. Les entreprises ont consacré plus de 45 millions de dollars à la recherche à contrat confiée à des universités canadiennes en 1984-1985, contre 17 millions de dollars en 1979-1980.

Cependant, les organismes à but non lucratif confient trois fois plus de travaux de recherche à contrat aux universités que l'industrie, ayant consacré à ces travaux quelque 160 millions de dollars en 1984-1985. Le taux de croissance de la recherche à contrat confiée aux universités par des organismes à but non lucratif a été légèrement supérieur (41 %) au taux observé (37 %) pour l'industrie.

TABLEAU 24
**Recherche à contrat dans les universités canadiennes**
**(Millions $)**

| | 1979-1980 | | 1984-1985 | |
|---|---|---|---|---|
| | $ | %* | $ | %* |
| Entreprises | 17,1 | 2,5 | 45,6 | 3,2 |
| Organismes à but non lucratif | 66,9 | 9,8 | 159,8 | 9,5 |
| Total — secteur privé | 84,0 | 12,3 | 214,2 | 12,7 |

* % du total des travaux de R-D effectués dans les universités.

*Source :* Statistique Canada, Ottawa, septembre 1986.

Les contributions du secteur privé à la recherche commanditée dans les universités, en tant que proportion du financement de toute la recherche commanditée, jouent un rôle important dans toutes les régions du Canada. Les legs, dons, subventions non gouvernementales, les revenus d'investissement et les revenus divers représentent 18 % du financement total de la recherche commanditée accordé aux universités dans la région de l'Atlantique, 19 % pour l'Ouest, 19 % pour le Québec, et 25 % pour l'Ontario.

TABLEAU 25
**Financement par le secteur privé* de la recherche commanditée dans les universités canadiennes par région : exercice financier terminé en 1986 (en milliers de dollars)**

| Région | Financement total de la recherche commanditée | Financement du secteur privé | |
|---|---|---|---|
| (Toutes les sources) | | | |
| Atlantique | 55 607 | 10 190 | (18,3 %) |
| Québec | 228 754 | 44 183 | (19,3 %) |
| Ontario | 349 980 | 88 060 | (25,2 %) |
| Ouest | 240 028 | 45 844 | (19,1 %) |

* Inclut : les legs, les dons, les subventions ne provenant pas du gouvernement, les revenus d'investissement et les revenus variés donnés à l'appui de la recherche.

*Source :* Statistiques financières des universités et collèges, préparées par Statistique Canada pour l'Association canadienne du personnel administratif universitaire, Rapport 4.1 — La recherche commanditée.

Les sommes consacrées par les entreprises aux travaux de R-D dans les universités, au Canada, en 1984-1985, équivalent à 3,2 % des sommes totales consacrées à la R-D, soit un peu moins que la part de 3,9 % des travaux de R-D dans les universités financés par les entreprises aux Etats-Unis.

TABLEAU 26
**Sommes consacrées à la R-D dans les universités par les entreprises au Canada et aux Etats-Unis 1984-1985**

| | Canada | E.-U. |
|---|---|---|
| Millions de $ (Canada) | 45,6 | 456 |
| % | 3,2 | 3,9 |
| Total des sommes consacrées à la R-D dans les universités | 1 424 | 11 591 |

*Source :* Statistique Canada, et la National Sciences Foundation, Washington, D.C.

La politique des subventions de contrepartie du gouvernement fédéral, qui est entrée en vigueur le 1er avril 1987, vise précisément à promouvoir sérieusement la collaboration entre les chercheurs des universités et le secteur privé, y compris l'industrie, les entreprises à but non lucratif, les fondations, les organismes de charité et les particuliers.

La politique des subventions de contrepartie se fonde sur une formule selon laquelle le gouvernement fédéral verse des contributions égales à celles du secteur privé aux trois conseils subventionnaires, jusqu'à concurrence d'un peu plus de 380 millions de dollars échelonnés sur quatre ans. D'après les premières indications des conseils subventionnaires, la politique aurait eu beaucoup de succès au début.

TABLEAU 27
**Politique des contributions de contrepartie 1987-1991 (Millions $)**

| Conseil | 1987-88 | 1988-89 | 1989-90 | 1990-91 | Total quatre ans |
|---|---|---|---|---|---|
| Conseil de recherche en sciences naturelles et génie | 50,8 | 81,0 | 128,0 | 180,8 | 440,6 |
| Conseil de recherches médicales | 26,2 | 41,8 | 66,4 | 93,6 | 228,0 |
| Conseil de recherche en sciences humaines | 12,0 | 16,6 | 26,2 | 37,0 | 91,8 |
| Total | 89,0 | 139,4 | 220,6 | 311,4 | 760,4 |

*Source :* Ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie.

**Nota** : Les sommes annuelles incluent les contributions du fédéral et celles du secteur privé. Les sommes versées par le gouvernement fédéral aux conseils subventionnaires

équivalent à la moitié des montants indiqués, au maximum. Les contributions du secteur privé peuvent être supérieures à celles du fédéral.

La collaboration entre l'industrie et les universités en matière de recherche favorise l'expansion régionale et locale. Les universités peuvent contribuer au transfert de connaissances et de technologies en acquérant un savoir-faire dans un domaine qui présente des avantages naturels et en fondant des instituts qui offrent des services de recherche, de développement et d'enseignement. L'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papier est un exemple de coopération fructueuse avec l'industrie. L'Institut assure le lien entre l'université McGill et plusieurs sociétés canadiennes de pâte et papiers depuis 1927.

L'opinion selon laquelle les universités devraient agir comme agents de transfert des sciences et technologies à l'industrie n'est pas partagée dans le monde entier. Bon nombre de gens estiment que les universités devraient se consacrer, en priorité, à l'enseignement et à la recherche. En revanche, ceux qui affirment que l'université devrait agir comme agent pour la diffusion des connaissances et des technologies qui ont le plus de potentiel font valoir que la coopération peut apporter non seulement des ressources supplémentaires pour la recherche, mais aussi qu'elle présente de nouveaux défis intellectuels qui peuvent profiter à toutes les couches de la société grâce à l'application des fruits de la recherche.

La R-D coopérative peut constituer une excellente occasion d'améliorer les réalisations du Canada au plan de la R-D à l'échelle mondiale, ce qui satisferait à la fois les intervenants qui représentent l'université et ceux qui représentent l'entreprise.

# Questions concernant l'avenir

La société subit une transformation radicale, passant du stade d'un complexe industrialisé axé sur les matières premières et les avantages naturels, pour devenir une société à forte concentration d'information et de savoir.

La prospérité économique de nations entières, et le niveau de vie qui en découle, dépendent de plus en plus de la science et de la technologie. La manière dont les pays développent, acquièrent et utilisent les connaissances et le savoir-faire technique détermine leur capacité de faire concurrence à l'échelle internationale et d'offrir de l'emploi et un niveau de vie meilleur à leurs citoyens.

Tel est le contexte national et international dans lequel le Canada doit percevoir son avenir. C'est aussi dans ce contexte que l'université doit examiner son avenir et le rôle critique qu'elle devra jouer dans une société et une économie à concentration accrue de savoir.

Dorénavant, les trois fonctions de l'université notamment, l'enseignement, la recherche et le transfert de connaissances et de technologies, ne peuvent plus être considérées indépendantes l'une de l'autre : la forte concentration de savoir-faire de la société et de l'économie, alliée à l'évolution rapide qui se produit dans les connaissances et la technologie, nécessite une interaction étroite ces trois fonctions. En outre, les contraintes des ressources financières et humaines du Canada laissent entendre qu'il est impossible à ce pays de poursuivre des recherches dans les domaines scientifique et technologique sur une même échelle que ses compétiteurs industriels beaucoup plus grands. Cela impose des choix aux Canadiens en général, et aux différents secteurs de la société, y compris les universités, pour ce qui est de déterminer les domaines où le Canada doit concentrer des ressources.

La première question posée à l'université est de savoir, compte tenu de son histoire, de ses points forts et faibles actuels et de sa vision de l'avenir, quel est l'équilibre le plus approprié qu'il convient de maintenir entre ces rôles d'enseignement de recherche et de transfert de connaissances et de technologies?

En termes quantitatifs, le passé récent permet de croire que les universités elles-mêmes ont : perçu la fonction d'enseignement comme étant d'importance extrême, surtout dans les sciences sociales et humaines plutôt que dans les sciences naturelles et le génie; diminué leur propre appui à la recherche en proportion de toute la recherche universitaire (présumément pour répondre aux exigences d'enseignement et à un moment d'accroissement du soutien gouvernemental fourni à la recherche universitaire); et, n'a pas encore abouti à un consensus concernant la nature ou l'ampleur du rôle qu'elle doit jouer dans le transfert à l'économie des connaissances et de la technologie.

L'austérité fiscale a caractérisé le passé récent et a sans doute influé beaucoup sur les décisions prises au sein des universités. Toutefois, les pressions exercées sur ces institutions continuent de croître : on exige que les universités répondent plus directement aux besoins économiques et sociaux, et cela en dépit de leurs ressources limitées.

Les circonstances nous laissent présumer que les défis à venir se grouperont autour de trois questions fondamentales :

- comment les universités devraient-elles définir et gérer leurs priorités en matière de recherches?
- quel genre de personnel hautement qualifié les universités devraient-elles produire afin de répondre comme il faut aux besoins à court et à long terme du Canada?
- comment les universités peuvent-elles collaborer efficacement avec l'industrie pour exercer leurs fonctions de recherche?

## 1. Priorités et gestion de la recherche universitaire

On demande de plus en plus à la recherche universitaire d'être centrée sur des domaines qui répondent plus directement aux besoins économiques et sociaux. En même temps, les ressources destinées à cette fin sont limitées, et aucune université ne peut espérer rester en tête de file dans tous les domaines de la recherche. Est-ce important, dès lors, de concentrer des efforts dans des domaines de recherche choisis en fonction de motifs stratégiques?

Une réponse affirmative laisse entendre que les universités doivent faire leur choix avec rigueur et gérer leur recherche en fonction d'un ensemble cohérent d'objectifs définis par tous les intérêts légitimes. Elles doivent dès lors déterminer soigneusement le degré d'orientation susceptible d'être raisonnablement donnée aux activités de recherche individuelle et la manière de mieux définir l'ensemble des priorités appropriées. Cela comporte la résolution d'un certain nombre de questions clés :

**i) La concentration de réseaux de ressources et de recherches**

Les coûts et les complexités de la recherche de pointe exigent de plus en plus une « masse critique » élevée de scientifiques, d'ingénieurs, d'équipement de laboratoires, d'instruments coûteux et de personnel de soutien, sans lesquels certaines recherches ne peuvent être effectuées.

C'est la capacité d'une université, ou bien d'un groupe sans cesse croissant d'universités, de réunir des équipes de chercheurs et des installations à une échelle appropriée qui déterminera le type de recherche que l'on peut effectuer efficacement. Un moyen de créer la masse critique nécessaire d'équipes de chercheurs, relevant de disciplines différentes et oeuvrant peut-être dans des universités différentes, est de les relier par le truchement de centres d'excellence utilisant des systèmes modernes de télécommunications — un domaine où le Canada s'est taillé une place de choix. Ces réseaux pourraient, précisément, offrir aux petites universités la possibilité de participer à des recherches qu'elles ne pourraient espérer mener toutes seules.

La question de savoir à quel point et comment les laboratoires du secteur privé et du gouvernement pourraient collaborer avec ces centres/réseaux universitaires en vue de rechercher l'excellence, d'échanger des idées ainsi que de regrouper et de maximiser les efforts de tous les secteurs, est liée au problème de la masse critique.

**ii) L'importance de la recherche multidisciplinaire**

L'interaction entre les disciplines, qui a joué un rôle important dans les percées en matière de recherche, va probablement acquérir plus d'importance à l'avenir. La biologie moléculaire, par exemple, procède de la recherche combinant la biologie et la physique moléculaire et a abouti au développement de la biotechnologie. La science des matériaux est en train de rapprocher le physicien et le chimiste. Dans un sens plus général, les complexités de la société moderne exigent une approche systémique mieux intégrée pour trouver une meilleure solution aux problèmes. La recherche sur les services de santé, notamment, implique non seulement les chercheurs médicaux, mais aussi les économistes et les spécialistes en administration.

La recherche multidicisplinaire regroupe la structure traditionnelle des facultés universitaires et des crédits actuels. Comment les universités peuvent-elles s'organiser en vue d'encourager et de gérer la recherche multidicisplinaire?

**iii) Les rapports entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée**

On distingue ordinairement la recherche fondamentale (la poursuite de la connaissance pour elle-même), d'une part, et la recherche appliquée (la recherche orientée vers une application précise), d'autre part. Une préoccupation classique est de trouver l'équilibre approprié entre ces deux types de recherche, dans un contexte universitaire.

Aujourd'hui, cependant, la ligne de démarcation entre ces deux types de recherche s'estompe de plus en plus. La recherche fondamentale est affectée par le développement technologique, alors que les progrès effectués dans la technologie appliquée proviennent souvent de retombées — souvent accidentelles — de la recherche fondamentale. Les progrès rapides dans la microélectronique, les sciences des matériaux et la technologie de l'information ont, par exemple, résulté d'une interaction continue entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée.

La question désormais n'est plus tellement l'équilibre que les universités devraient atteindre entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée, mais plutôt la façon dont les deux types devraient être poursuivis afin qu'elles se prêtent un appui mutuel en vue de parvenir à une excellence reconnue mondialement, jointe à des bénéfices sociaux et économiques obtenus à court terme.

**iv) Les coûts indirects de la recherche**

Les subventions de recherche accordées aux universités par les conseils subventionnaires fédéraux visent ordinairement à couvrir seulement les frais directs de la recherche. Ces dernières années, de plus en plus les universités se disent inquiètes du manque de crédits pour assumer les frais indirects de la recherche : crédits qui leur sont disponibles d'autres sources, surtout les subventions de fonctionnement provenant des gouvernements provinciaux, lesquelles sont tirées des transferts du gouvernement fédéral aux termes des accords PFE. Certaines universités affirment qu'elles rejettent parfois des possibilités de recherches, parce qu'elles ne peuvent couvrir les frais généraux supplémentaires que celles-ci engendrent.

Cette situation, en plus de limiter le volume de recherches que les universités sont prêtes à effectuer, est susceptible de créer dans les systèmes un parti pris contre la recherche coûteuse, notamment dans les domaines des sciences naturelles et du génie, en faveur de la recherche exigeant moins de ressources — surtout dans les sciences sociales et humaines.

La question devient donc celle de déterminer à quel point les activités de planification de la recherche universitaire sont effectivement influencées par différents types de coûts nécessaires et par les changements qu'il serait souhaitable d'apporter au financement actuel.

## 2. L'offre de personnel hautement qualifié

La recherche universitaire joue un rôle important dans la formation de personnel hautement qualifié (PHQ). Ainsi, il importe de savoir quel genre de personnel le Canada requerra à l'avenir et si les universités seront en mesure de le lui fournir.

Il faut noter que, tant au niveau du premier que du deuxième cycle, moins d'un tiers des diplômes sont décernés dans les domaines du génie et/ou des sciences appliquées; que les femmes sont une ressources sous-utilisée relativement à ces mêmes domaines, et que l'immigration contribue au Canada pour un nombre égal à 50 % du personnel hautement qualifié émoulu de nos universités.

**i) Projection des besoins futurs**

Dans une récente étude du Conférence Board du Canada, il ressort que 35,5 % des entreprises canadiennes interrogées ont déclaré qu'elles subissaient une pénurie de personnel qualifié en recherche et développement. Dans cette même étude, 41 % des entreprises interrogées ont déclaré qu'elles s'attendaient à des pénuries, au cours des cinq prochaines années.

En outre, des chercheurs universitaires titularisés, chargés d'enseigner à la fin des années 60 et au début des années 70 pour faire face au gonflement des inscriptions dans la période de l'après-guerre, prendront leur retraite au cours de la décennie qui débutera au milieu des années 90. Il incombera alors aux universités de les remplacer.

Cependant, la prévision de l'offre et la demande futures de PHQ est incertaine, et les prédictions antérieures n'ont pas toujours été exactes. La difficulté d'effectuer des prédictions vient de ce que, dans le cas des chercheurs hautement qualifiés, il arrive souvent que l'offre crée la demande. Dans beaucoup de domaines de technologies de pointe, par exemple, l'existence d'une forte capacité de recherche crée la demande pour un personnel capable d'exploiter cette capacité; ainsi, la demande a suivi l'offre, plutôt que l'inverse.

Cela sous-entend que les universités ont peut-être un rôle important à jouer dans ce domaine afin de créer des possibilités. Lorsqu'on veut savoir quel genre de personnel les universités devraient fournir et de quel niveau savoir-faire, devrions-nous examiner seulement la demande prévue pour certains secteurs? Ou devrions-nous examiner aussi la possibilité de créer une demande en fournissant de personnel hautement qualifié.

Dans le passé, l'immigration a servi « soupape de sécurité » à la demande du Canada en personnel hautement qualifié. Peut-on s'y fier autant à l'avenir? Sinon, comment les universités devraient-elles se préparer et faire face à cette pénurie éventuelle de personnel hautement qualifié?

**ii) Les femmes dans la recherche**

Bien qu'elles représentaient la moitié des étudiants inscrits dans les universités en 1985-86, seulement 12,3 % des étudiants du premier cycle en génie et en sciences appliquées étaient des femmes. De même, au niveau du doctorat les femmes représentaient à peine 5,5 % des étudiants dans ce domaine et 15,6 % des étudiants en mathématiques et en sciences physiques. Dans ces mêmes domaines, les femmes constituaient 2,2 % et 5,2 % des professeurs d'université. D'un point de vue national, il a là un vaste réservoir de talents qu'il importe de développer.

Comment pouvons-nous encourager plus de femmes à choisir des domaines d'études universitaires axées sur les sciences naturelles et le génie et à poursuivre des carrières dans ce domaine après l'obtention de leur diplôme?

## 3. Collaboration en matière de recherche entre l'université et l'industrie

En matière de recherche, plusieurs intérêts se font concurrence : le gouvernement fédéral doit envisager les intérêts nationaux immédiats et à long terme du pays, les provinces doivent se préoccuper de leurs propres questions régionales, les universités doivent préserver leurs traditions de recherches érudites indépendantes et l'industrie a un intérêt direct et croissant dans la recherche qui aboutit à des produits, des procédés et des services compétitifs et commercialement viables.

Dans le passé, chacun de ces secteurs a effectué sa propre recherche, en oeuvrant souvent en vase clos sans rapports les uns avec les autres. Vu l'importance croissante de la recherche et du développement et la nécessité d'utiliser nos ressources de manière aussi efficace que possible, nous devons trouver de meilleurs moyens de combiner nos nombreux efforts de la façon la plus rentable possible.

Les universités devront décider à quel point elles veulent jouer le rôle que la société s'attend qu'elles assurent dans l'ensemble des efforts de recherche du pays. Elles devront aussi continuer de s'associer de manière constructive avec d'autres groupes intéressés à la recherche, afin de remplir ce rôle.

**i) Les universités et le transfert technologique**

Les liens entre les universités et l'industrie servent deux buts importants. Ils peuvent donner aux universités une chance de découvrir quels problèmes méritent d'être traités d'un point de vue élargi. En outre, ils peuvent faciliter le transfert des connaissances et de la technologie, du laboratoire universitaire à l'industrie puis au marché.

Une vaste gamme d'instruments novateurs ont été élaborés pour le transfert technologique. Par exemple, certaines universités ont mis sur pied des centres de sciences et de technologie reliés à leurs installations de recherche. D'autres ont fait l'expérience de « retombées », c'est-à-dire des entreprises commerciales axées sur les résultats de la recherche universitaire et qui visent à introduire directement ces résultats sur le marché.

Concernant ces instruments de transfert, deux questions fondamentales se posent. D'abord, comment pouvons-nous mesurer leur efficacité, afin de leur apporter des améliorations? Deuxièmement, quelle devrait être la place de ces efforts dans la gestion de la recherche universitaire tout entière?

**ii) Collaboration entre l'université et l'industrie**

La collaboration active entre les universités et l'industrie permet à ces deux secteurs de centrer leur savoir-faire et leurs ressources combinées sur des problèmes d'intérêt mutuel. Leur collaboration s'est accrue ces dernières années, sous l'impulsion des gouvernements fédéral et provinciaux, par le truchement d'appui et d'arrangements fiscaux.

S'il est vrai que les universités ont exprimé de l'intérêt, elles ont aussi soulevé certaines inquiétudes, à l'instar de l'industrie. Les universités sont jalouses de l'autonomie de leur recherche, et la question est de savoir si la commercialisation de la recherche peut nuire à cette autonomie.

Par exemple, des conflits peuvent surgir au sujet de la publication des résultats de recherche. Tandis que les chercheurs oeuvrant dans l'industrie sont souvent tenus de garder le secret relatif à leur recherche, afin de conserver un certain avantage compétitif à leur employeur, les industries, elles, encouragent la libre diffusion de l'information.

On convient généralement que les collaborations entre les universités et l'industrie devraient être encouragées et que les obstacles perçus, les cultures différentes et les objectifs divergents peuvent être surmontés pour l'avantage mutuel de ces deux secteurs. La question primordiale est de savoir comment y arriver plus efficacement, tout en protégeant la transparence, l'intégrité et les priorités internes de la recherche universitaire.

**iii) Les universités et le développement régional**

Les universités canadiennes représentent une riche base de savoir-faire en recherche répartie à travers le pays, dans des régions ayant des besoins différents. Ces institutions peuvent jouer un rôle important non seulement de diffusion de résultats de recherche à leur région particulière, mais aussi de recherches, conçues pour aider à satisfaire les besoins économiques, sociaux et culturels des collectivités où elles se trouvent. L'université peut aussi être un agent efficace pour sa région, en donnant accès à cette dernière à la recherche menée dans le reste du Canada et dans d'autres pays.

Cela soulève deux questions. La première, quel rôle l'activité de recherche universitaire doit-elle jouer dans le développement régional? La deuxième, comment établir le plus efficacement des instruments de coopération pour relier l'université à la communauté?

# CONCLUSION

Les défis auxquels seront confrontées nos universités sont immenses. Elles auront des possibilités encore plus grandes de jouer un rôle davantage crucial dans le progrès et la prospérité de la société et de l'économie canadiennes. En relevant ces défis et en profitant de ces possibilités, l'objectif devrait être la construction d'un système universitaire plus fort en ce qui a trait à l'excellence et au leadership, qui soit capable de répondre aux besoins du Canada au XXI$^{e}$ siècle.

# Liste des tableaux et graphiques


| | Page |
|---|---|
| Répartition des dépenses de R-D selon le financement et l'exécution | 1 |
| Dépenses totales de R-D, 1987 | 2 |
| Sources de financement de la R-D universitaire, 1977, 1982 et 1987 | 2 |
| Recherche universitaire par domaine d'étude et secteur de financement, 1984-1985 | 3 |
| Les 15 premières universités récipiendaires du financement fédéral, 1984-1985 | 5 |
| Plan financier de 5 ans du gouvernement fédéral destiné à la recherche universitaire | 6 |
| Recherche universitaire — Conseils subventionnaires | 6 |
| Dépenses en R-D dans le secteur de l'enseignement supérieur — Comparaisons internationales, 1983 | 7 |
| Total du personnel en R-D et des chercheurs, scientifiques et ingénieurs (CSI) de la recherche par milliers de travailleurs, 1983 | 9 |
| Recensement 1971-1981 — Main-d'oeuvre expérimentée de 15 ans et plus selon le diplôme le plus élévé obtenu | 10 |
| Inscriptions à plein temps dans les universités, selon le sexe, 1955, 1970 et 1985 | 11 |
| Inscriptions universitaires à plein temps selon le domaine d'étude au Canada, 1970-1985 | 12 |
| Nombre de diplômes universitaires décernés, 1955, 1970 et 1985 | 13 |
| Diplômes de premier cycle par domaine d'étude, 1970 et 1985 | 13 |
| Diplômes de cycle supérieur décernés par domaine d'étude au Canada, 1970 et 1985 | 14 |
| Maîtrises et doctorats décernés (1980-1985) par domaine d'étude choisi Etudiants étrangers et canadiens (incluant les immigrants) | 15 |
| Pourcentages de femmes inscrites à plein temps et à temps partiel à des programmes universitaires | 16 |
| Proportions des diplômes universitaires décernés à des femmes en 1970 et 1985 | 17 |
| Immigration: immigrants reçus, par profession envisagée, détenant des maîtrises et des doctorats, de 1980 à 1985 | 18 |
| Professeurs d'université enseignant à temps plein au Canada, 1981-1982, pays de citoyenneté | 18 |
| Immigrants au Canada et Canadiens émigrant aux Etats-Unis, qui oeuvrent dans des professions à forte concentration de recherche, 1956-1985 | 19 |
| Recensements de 1971 et 1981 — Taux comparatifs de chômage pour chaque profession, 1971 et 1981 | 21 |
| Emploi observé actuel et projeté, selon la profession, Canada, 1981 et 1995 | 22 |
| Recherche à contrat dans les universités canadiennes | 23 |
| Financement par le secteur privé de la recherche commanditée dans les universités canadiennes, par région — exercice financier terminé en 1986 | 24 |
| Sommes consacrées à la R-D dans les universités par les entreprises au Canada et aux Etats-Unis | 24 |
| Politique des contributions de contrepartie, 1987-1991 | 24 |